

# APLIKASI NEURO FUZZY LOGIC UNTUK PENGENALAN POLA SIDIK JARI DENGAN MENGUNAKAN MACINTOSH

## TUGAS AKHIR

Oleh :

FIKRI PRIBADI

2290100033

RSE  
629.89  
Pri  
a-1  
1998



PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	26-6
Terima Dari	H.
No. Agenda Prp.	21.316

# **APLIKASI NEURO FUZZY LOGIC UNTUK PENGENALAN POLA SIDIK JARI DENGAN MENGUNAKAN MACINTOSH**

## **TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro  
Pada**

**Bidang Studi Elektronika**

**Jurusan Teknik Elektro**

**Fakultas Teknologi Industri**

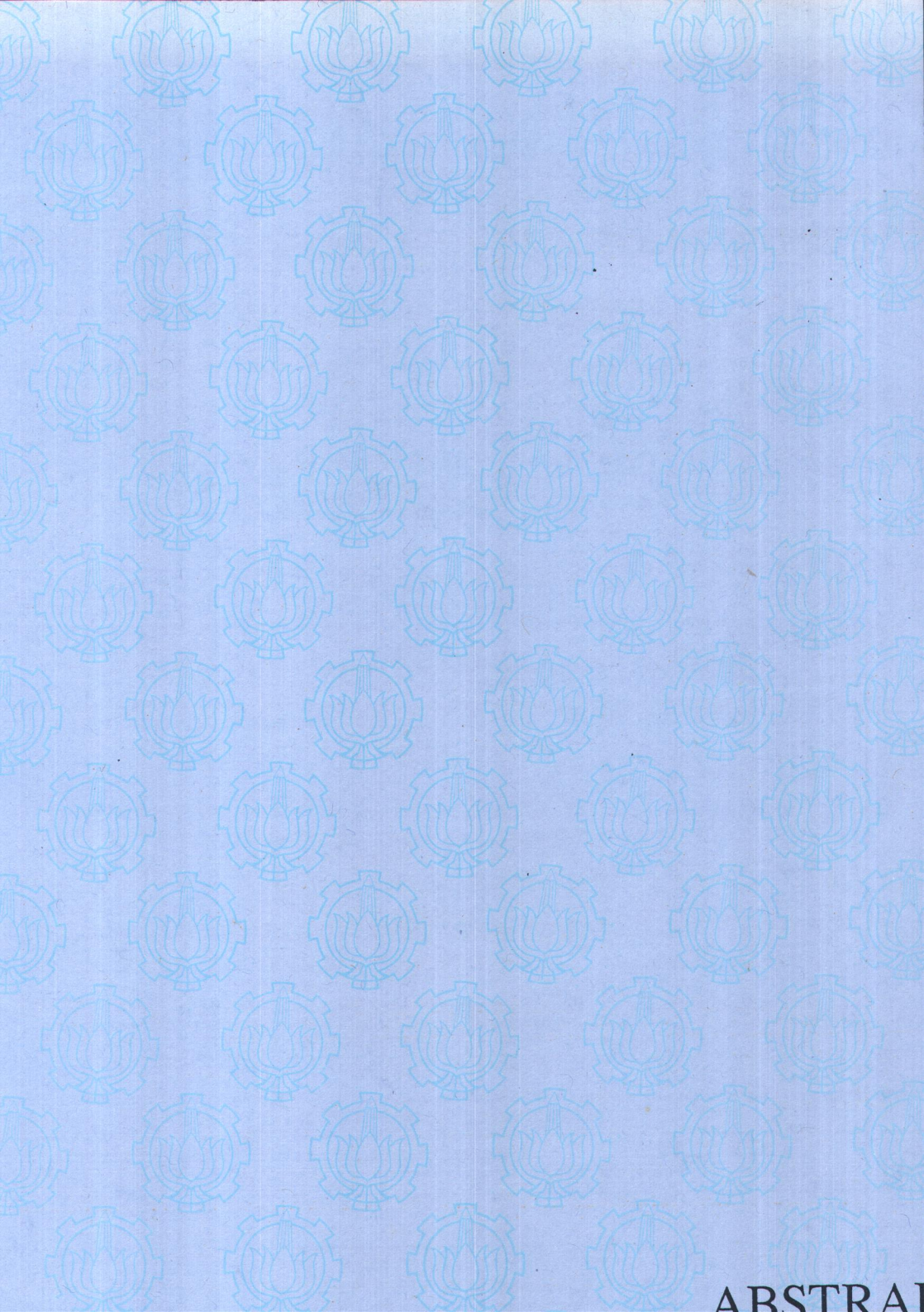
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**S u r a b a y a**

**Mengetahui / Menyetujui**

**Dosen Pembimbing**





ABSTRA

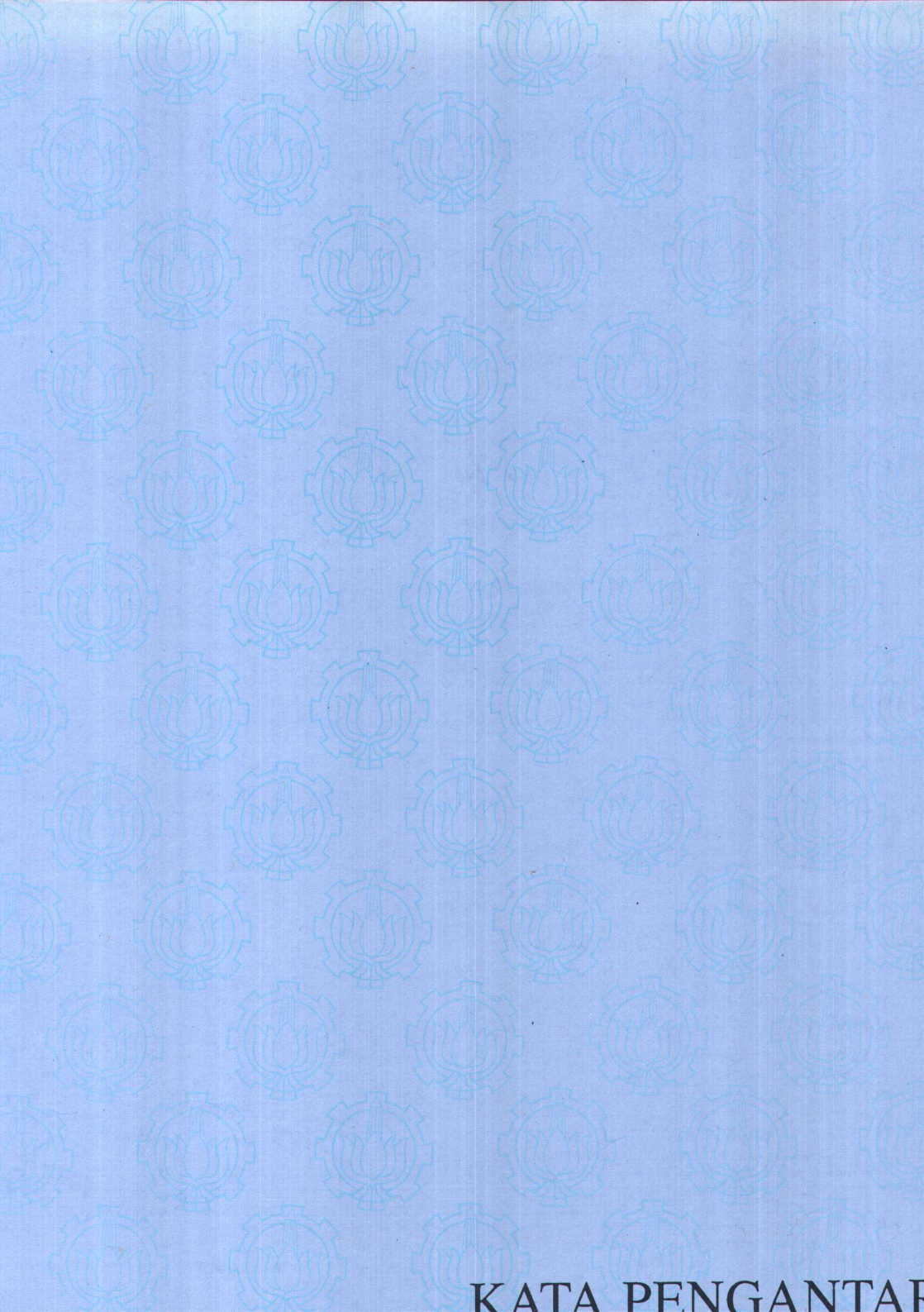


## Abstrak

Kemajuan teknologi yang ada dewasa ini mempunyai tujuan untuk semakin mempermudah pekerjaan manusia, dimana perkembangan saat ini diarahkan dalam pemodelan *Intelligence Sistem*. Ilmu yang dikembangkan diharapkan mempunyai kesempurnaan seperti halnya pada sistem kerja manusia dan dapat menanggulangi adanya keterbatasan dari manusia. Fuzzy logic dan Neural Network adalah teknologi yang dapat saling mengisi satu sama lain dalam mencapai tujuan *Intelligence Sistem* tersebut. Keduanya merupakan perkembangan teknologi terbaru yang masih mempunyai prospek yang sangat luas.

Pemakaian Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan merupakan alternatif yang paling tepat karena algoritma ini sangat luwes dan mempunyai pola kerja dan cara berpikir seperti halnya manusia. Penggabungan dengan teknologi baru yaitu Fuzzy logic akan dapat membantu mempercepat serta memperluas unjuk kerja dari sistem jaringan syaraf tiruan sehingga dapat menghasilkan sistem yang tangguh. Dalam tugas akhir ini dibuat suatu riset jaringan dengan menggunakan salah satu metode jaringan syaraf tiruan yaitu metode Kohonen. Metode ini dalam proses belajarnya akan dibantu dengan penambahan membership function guna mempercepat proses belajar. Model ini dipakai untuk mengenali pola sidik jari manusia.





KATA PENGANTAR

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat karunia dan rahmatNya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul:

### **APLIKASI NEURO FUZZY LOGIC UNTUK PENGENALAN POLA SIDIK JARI DENGAN MENGGUNAKAN MACINTOSH**

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, dengan beban 6 SKS( Satuan Kredit Semester).

Berkat dorongan, bimbingan dan pemberian fasilitas dari kedua orang tua, bapak Dosen Pembimbing dan juga bantuan pikiran dari rekan - rekan, membuat penulis akhirnya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

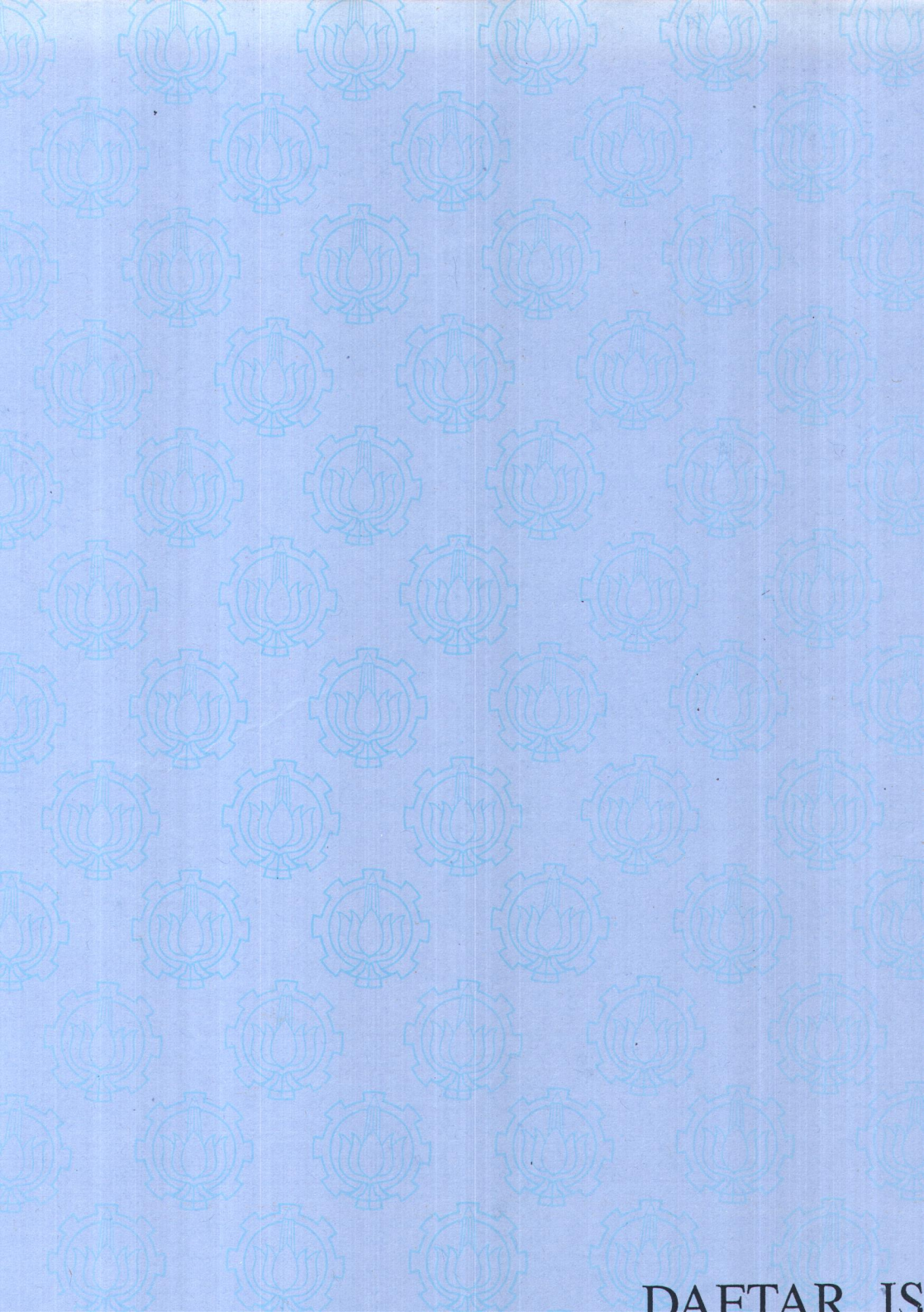
1. Ibu, kakak dan adik yang luar biasa jasanya bagi penulis.
2. Bapak.Ir. Soetikno, selaku Dosen Pembimbing disamping juga selaku koordinator Bidang Studi Elektronika yang banyak memberikan bimbingan, dorongan dan bantuan dalam menyelesaikan tugas akhir ini
3. Bapak Pujiono, ST, selaku Dosen Wali.

menyempurnakannya agar dapat berguna bagi perkembangan ilmu dan teknologi di Elektro ITS pada khususnya dan di tanah air pada umumnya.

Surabaya, Februari 1998

Penulis





DAFTAR IS

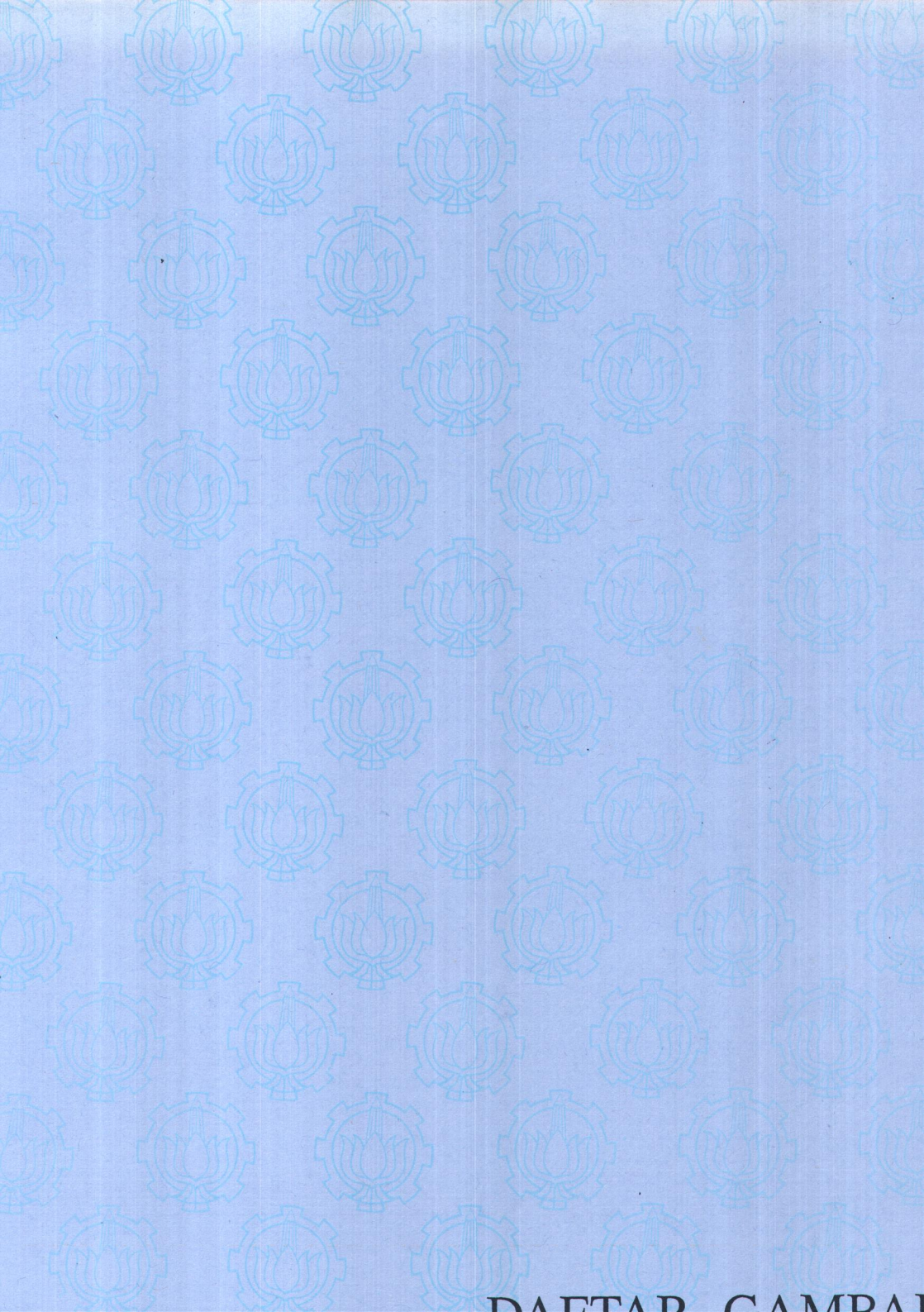
# DAFTAR ISI

Abstrak.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 LATAR BELAKANG .....	1
1.2 Tujuan .....	2
1.3 Permasalahan .....	3
1.4 Pembatasan Masalah .....	3
1.5 Metodologi .....	4
1.6 Sistematika .....	5
BAB II TEORI PENUNJANG.....	6
2.1 Fuzzy Sistem.....	6
2.1.1 Teori Logika Fuzzy .....	7
a. Macam-Macam Fungsi Membership.....	8
2.1.2 Fuzzifikasi .....	10

3.4.1 Pemrogramman yang digerakkan oleh pesan(Event Driven).	44
3.4.2 Pesan/Message dan Proses Multitasking	45
3.4.3 Pemakaian Bersama (resource sharing)	45
3.4.4 Manajemen Memori	46
3.4.5 Tampilan Grafik	46
3.5 Bitmap Macintosh	47
3.5.1 Display pada Macintosh	47
3.5.2 Struktur File PICT	48
3.6 Scanner	49
3.6.1 Prinsip Dasar Scanner	49
3.6.2 Operasi Alat Penginput Gambar(Image Input Device)	51
3.6.3 State Based Protocol	53
<b>BAB IV PERENCANAAN DAN PEMBUATAN SISTEM PERANGKAT LU-</b>	
<b>NAK</b>	<b>55</b>
4.1 Kriteria Umum	55
4.2 Pengenalan Pola Sidik Jari	57
4.2.1 Tahap Pengambilan Data	57
4.2.3 Tahap pengkategorian data Menggunakan Fuzzy Logic	59
4.3 Jaringan Syaraf Tiruan	60



5.3 Pengujian Kombinasi Sistem .....	66
5.4 Perbandingan antara NeuroFuzzy sistem dan Neural Network Murni .....	66
<b>BAB VI PENUTUP.....</b>	<b>68</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>70</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>71</b>

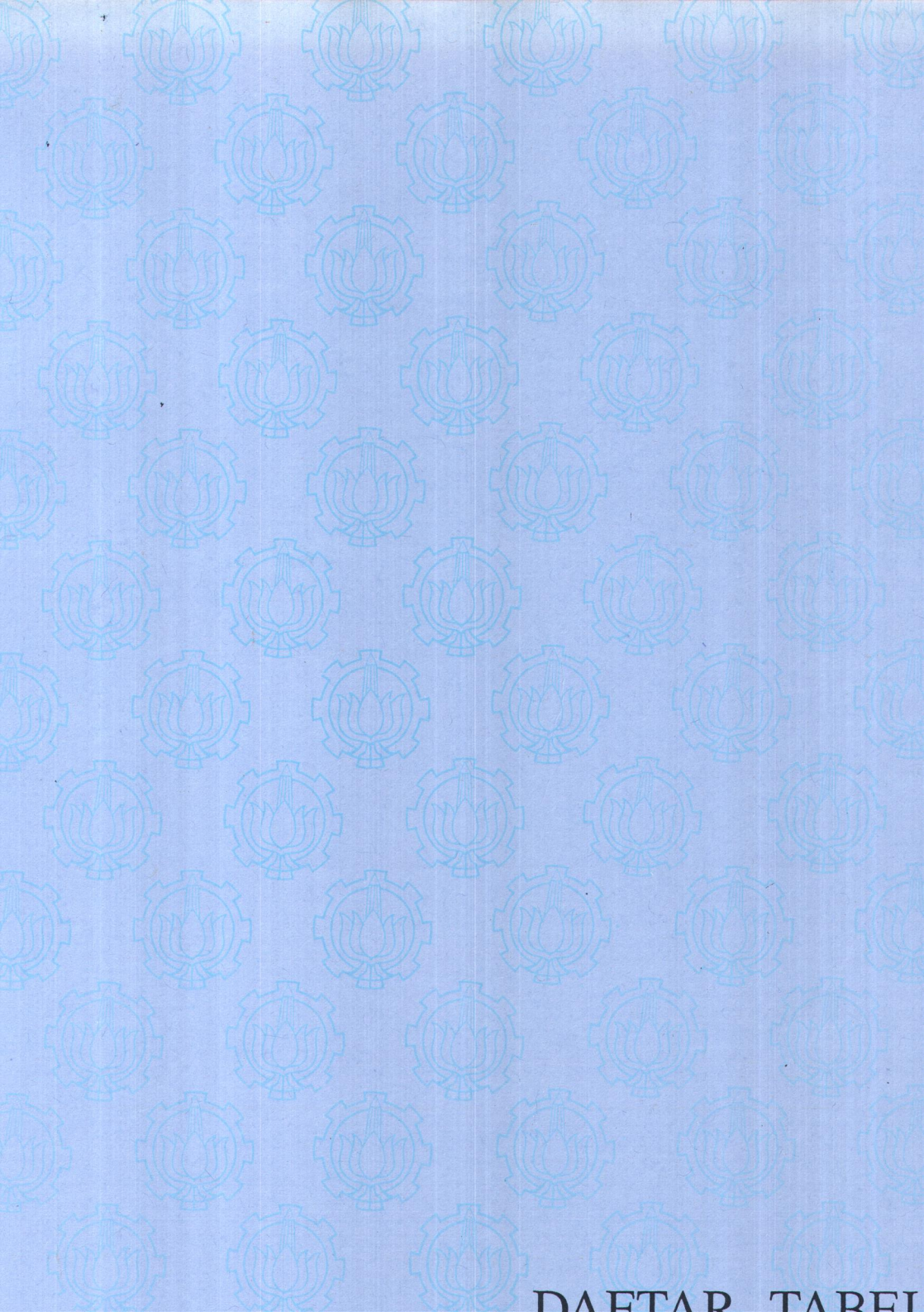


DAFTAR CAMPAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Membership Boolean dan fuzzy .....	7
Gambar 2.2 Fungsi S.....	8
Gambar 2.3 Fungsi $\pi$ .....	9
Gambar 2.4 Fungsi Segitiga .....	9
Gambar 2.5 Model dasar Jaringan Syaraf Tiruan .....	14
Gambar 2.6 Bentuk Ecludian dua dimensi.....	17
Gambar 2.7 Fungsi Diskriminan.....	18
Gambar 2.8 Klasifikasi tetangga terdekat.....	20
Gambar 2.9 Pembedaan kelas dengan Linier Decision Boundary .....	23
Gambar 2.10 Klasifikasi Linier untuk persamaan Non Linier .....	25
Gambar 2.11 Hubungan layer input dan layer output pada metode Kohone ....	26
Gambar 2.12 Training lokasi pengurangan tetangg .....	29
Gambar 2.13 Diagram blok dari Neuro Fuzz .....	32
Gambar 3.1 Arsitektur Procesor Bus dan SCSI Bus.....	36
Gambar 3.2 Arsitektur SCSI Manager .....	37
Gambar 3.3 Macintosh di tahun 1984.....	38
Gambar 3.4 Macintosh user interface .....	39
Gambar 3.5 Bagian dari Tool Box .....	40





DAFTAR TABEL

## DAFTAR TABEL

2.1: Perbandingan antara Fuzzy logic(FL), Neural Network(NN) dan Conventional Control Theory .....	31
5.1 Unjuk kerja pengenalan Sidik jari.....	65
5.2 Unjuk kerja Jaringan dalam pengenalan Sidik jari lebih dari 1 pola .....	65
5.3Unjuk kerja Jaringan dan Membershi function dalam pengenalan Sidik jari lebih dari 1 kategori .....	66
5.4Perbandingan jumlah iterasi antara NeuroFuzzy dan Neural Network .....	67





**BAB**

**PENDAHULUAN**



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Munculnya berbagai penemuan baru dalam bidang sains dan teknologi menuju suatu proses perbaikan kehidupan manusia. Telah banyak penemuan yang telah dihasilkan oleh para ilmuwan, salah satu bidang diantaranya adalah dalam bidang kecerdasan buatan. Memang telah menjadi suatu ‘obsesi’ bagi manusia untuk membuat ‘manusia’ lain. Dan dengan munculnya banyak penelitian tentang tingkah laku manusia (human behavioural) maka penelitian lebih diarahkan untuk mencontoh fungsi-fungsi yang telah dimiliki manusia, salah satu obyek penelitiannya adalah otak manusia.

Otak manusia, selama sekian ratus tahun memang menyimpan misteri yang belum banyak terungkap. Sedikit demi sedikit beberapa fungsi otak dan sistem saraf yang telah disederhanakan telah mulai dibentuk (penelitian McCulloch - Pitts). Maka muncullah jaringan saraf tiruan (artificial neural network) yang mengacu pada sel saraf manusia. Sedikit demi sedikit beberapa aplikasi neural nets telah merambah berbagai bidang ilmu antara lain image processing, signal processing dan speech processing.

mengalami peningkatan yang mengejutkan. Kemampuan untuk mengontrol sistem atau proses yang amat kompleks telah mengalami kemajuan yang amat mengagumkan. Akan tetapi ada beberapa batasan-batasan yang masih dihadapi. Proses atau sistem harus dibuat model yang akurat sebelum dapat dikontrol, yang pada proses-proses tertentu hal ini tidak mungkin tercapai. Kontrol algoritma konvensional memiliki ruang lingkup kerja yang amat terbatas untuk mencapai titik operasi yang diinginkan. Lain halnya pada saat operator manusia berhadapan dengan sistem yang kompleks dan informasi yang kurang memadai, manusia akan dapat mengambil keputusan dengan menggunakan aturan kontrol linguistic. Konsep alasan yang mengambang (fuzzy reasoning) diperkenalkan oleh Lofti Zadeh dengan mengekspresikan aturan linguistik yang dipakai oleh manusia secara matematis. Hasil kerja ini telah membuka jalan baru untuk pengambilan perkiraan artifisial yang dibutuhkan untuk menambah kemampuan pada keputusan mesin.

## **1.2 Tujuan**

Mempelajari dan mengaplikasikan suatu teknik pengolahan pola sidik jari secara digital dengan menggunakan algoritma jaringan syaraf tiruan sedang pada pengambilan data dilakukan dengan menggunakan teknik fuzzy logic, sehingga diharapkan riset ini akan memberikan sumbangan yang berarti pada proses

## PENGENALAN POLA SIDIK JARI DENGAN MENGGUNAKAN MACINTOSH"

Platform komputer yang digunakan adalah Macintosh, bertujuan semata untuk memberikan alternatif pilihan platform komputer selain IBM Compatible.

### 1.3 Permasalahan

Permasalahan dalam riset ini terutama adalah dalam pengambilan dan pengubahan bentuk-bentuk inputan melalui Fuzzy kedalam proses neural dan dalam pemilihan jaringan syaraf yang dipakai. Dimana dalam algoritma jaringan syaraf tiruan dikenal metode jaringan seperti Kohonen, Hopfield, Back pro, ART dan lain-lain, sehingga proses pengenalan objek tersebut dapat berlangsung dalam waktu yang singkat tetapi mempunyai keakuratan yang tinggi.

Dalam proses pengenalan sidik jari terdapat permasalahan mengenai ukuran sidik jari yang cukup kecil dan banyaknya pola inputan yang memiliki tingkat kemiripan yang relatif sama. Sehingga diperlukan metode yang dapat membedakan dan memperbesar pola-pola pada sidik jari. Sehingga dengan banyaknya pola dan pembesaran ukuran gambar yang diperlukan untuk menganalisa pola sidik jari akan memperpanjang waktu proses.



## 1.5 Metodologi

Langkah pertama adalah melakukan studi tentang algoritma Jaringan Syaraf Tiruan dan Fuzzy Logic yang dipakai dalam tugas ini.

Kemudian melakukan studi mengenai bahasa pemrograman yang dipakai dengan harapan sudah mempunyai fungsi-fungsi yang melengkapi program yang dibutuhkan. Juga mempunyai kemudahan dalam mengakses perangkat keras yang dipakai. Dimana disini peranan perangkat lunak sebagai tonggak utama dalam tugas akhir ini. Bahasa pemrograman yang dipakai dalam tugas akhir ini adalah Metrowerk Code Warrior IDE Pro versi 2. Dalam pemrogramannya dibuat dengan mengaplikasikan kemampuan Object Oriented Programming<sup>8</sup>, yang terdiri dari beberapa objek, dimana masing-masing objek mempunyai fungsi sendiri-sendiri yang terpisah dari fungsi lainnya sehingga mempermudah penganalisaan program.

Sebagai pelengkap dari tugas akhir ini untuk mengambil gambar sidik jari menjadi input dari Fuzzy logic yang kemudian diolah melalui jaringan syaraf tiruan maka dipakai peralatan input scanner.

Dengan adanya perangkat keras untuk pengambilan suara, maka fungsi perangkat lunak meliputi pengambilan dan pemrosesan data gambar, mengakses perangkat keras dengan bahasa pemrograman Macintosh yang kemudian data

Akhir dari seluruh langkah-langkah diatas disusun dalam laporan tugas akhir.

## **1.6 Sistematika**

Sistematika dari tugas akhir ini berisi 6 bab yang disusun sebagai berikut:

Bab I adalah pendahuluan yang berisi tentang latar belakang, tujuan, permasalahan, pembatasan masalah, metodologi dan sistematika.

Bab II berisi uraian tentang jaringan syaraf tiruan dan fuzzy logic, dimana dijelaskan sifat jaringan syaraf yang sesungguhnya, sejarah singkat perkembangan algoritma jaringan syaraf tiruan dan fuzzy logic, pemodelan jaringan syaraf tiruan dan fuzzy logic, metode jaringan syaraf tiruan yang dipakai dalam pembuatan tugas akhir ini dan kerja dari fuzzy logic dan jaringan syaraf tiruan tersebut.

Bab III berisi uraian tentang perangkat lunak dan perangkat pendukung yang digunakan dalam tugas akhir ini.

Bab IV berisi uraian perencanaan dan pembuatan perangkat lunak dimana terdapat suatu metode pengambilan data gambar, pemilahan gambar yang membentuk pola, pemfilteran input data melalui fuzzy logic yang kemudian diroses dalam algoritma jaringan syaraf tiruan.

Bab V berisi pelatihan dan pengujian dari sistem yang dibuat



**BAB I**

**TEORI PENUNJIAN**



## BAB II

### TEORI PENUNJANG

#### 2.1 Fuzzy Sistem

Fuzzy logic diperkenalkan oleh Lofti Zadeh tahun 1965 sebagai cara matematis untuk melambangkan istilah samar-samar yang sering muncul dalam aturan linguistik. Fuzzy logic dapat dianggap sebagai perluasan dari teori logika klasik. Ide dasar dari fuzzy logic amatlah mudah untuk dicerna. Pada logika klasik (nonfuzzy), element dari suatu universal itu dapat dikategorikan termasuk atau tidak termasuk dari suatu set. Yaitu, pengelompokan dari elemen tersebut sangat jelas -- bisa ya (masuk dalam set tersebut) atau tidak (diluar set tersebut). Fuzzy logic adalah perluasan dari set logika umumnya yang mana fuzzy logic memperbolehkan tingkatan dari pengelompokan untuk setiap element yang berada antara interval unit  $[0,1]$ . Sehingga fungsi pengelompokan / membership function dari fuzzy logic memetakan setiap elemen dari lingkungan yang tak jelas kedalam ruang jangkauannya yang mana, pada kebanyakan kasus, di masukkan kedalam interval unit  $[0,1]$ . Salah satu perbedaan terbesar antara fuzzy logic dengan konvensional logic adalah konvensional logic selalu memiliki fungsi pengelompokan yang berbeda satu sama lain, sementara fuzzy logic memiliki fungsi pengelompokan

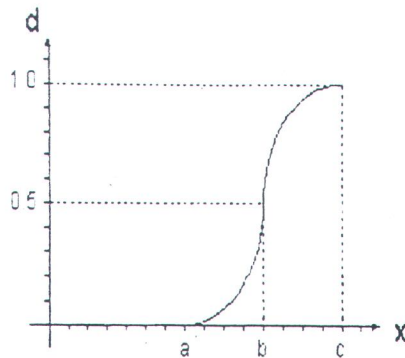
kemampuan ekspresif yang lebih besar, peningkatan kemampuan pembuatan model untuk masalah-masalah dunia nyata, dan adanya metodologi yang mengeksploitasi toleransi untuk ketidakakuratan.

### 2.1.1 Teori Logika Fuzzy

Fungsi utama dari logika fuzzy adalah untuk aplikasi kontrol dengan mendefinisikan term dan rule yang intuitif sebagai pengganti fungsi matematis yang kompleks atau tidak linear. Dengan demikian logika fuzzy merupakan aproksimasi dari penalaran manusia. Perbedaan utama dari logika fuzzy dan logika konvensional adalah logika fuzzy tidak hanya mengevaluasi dua nilai true atau false, tetapi lebih dari itu fuzzy memberikan/mengijinkan derajat keanggotaan dari beberapa set/himpunan serta memungkinkan jangkauan yang kontinu.

Sebagai contoh klasik, suatu elemen secara pasti hanya mempunyai dua kemungkinan, menjadi anggota atau tidak. Tetapi dalam fuzzy elemen itu dapat mempunyai kemungkinan menjadi anggota dari beberapa set/himpunan dengan nilai keanggotaan (degree of membership) yang terletak antara 0 dan 1, seperti terlihat pada gambar 2.1

## a. Macam-Macam Fungsi Membership



Gambar 2.3 Fungsi S

fungsi S secara matematis:

$$S(x; a, b, c) = 0 \quad ; \text{ untuk } x \leq a$$

$$= 2 \quad ; \text{ untuk } a \leq x \leq b$$

$$= 1 - 2((x-a)/(c-a)) \quad ; \text{ untuk}$$

$$b \leq x \leq c$$

$$= 1 \quad ; \text{ untuk } x \geq c$$

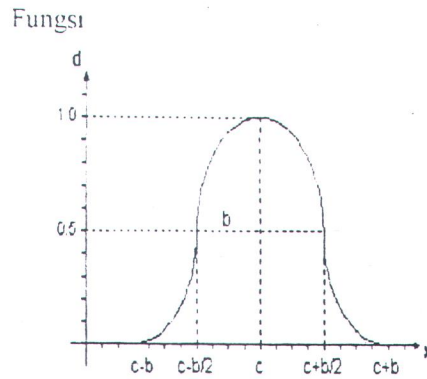
Pada  $S(x; a, b, c)$ , parameter  $b$  adalah titik penyeberangan, yakni,  $S(b; a, b, c) =$

0.5. Pada  $\pi(x; b, c)$ ,  $b$  adalah lebar pita (bandwidth), yakni pemisahan diantara

titik-titik penyeberangan sebuah fungsi  $\pi$  dan  $c$  adalah titik sentral yang  $\pi = 1$ . Ini

diterangkan pada Gambar 2.3 dan 2.4. Persamaan fungsi S dan fungsi  $\pi$  mendefi-



Gambar 2.4 Fungsi  $\pi$ 

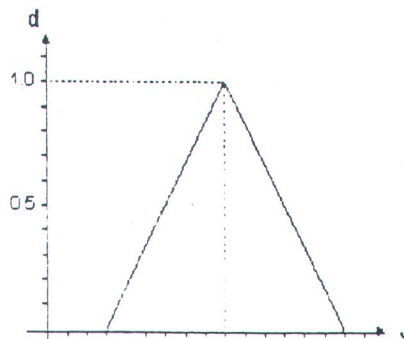
fungsi  $\pi$  secara matematis:

$$\pi(x; a, b) = S(x; c-b, c-b/2, c) \text{ untuk}$$

$$x \leq c$$

$$= 1 - S(x; c, c+b/2, c=b) \text{ un}$$

$$\text{tuk } x \geq c$$



### 2.1.2 Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah proses memetakan(mapping) crisp input ke dalam set/himpunan fuzzy. Data crisp yang sudah terpetakan diubah menjadi variabel label dari fungsi membership yang sesuai (nilai fuzzy input). Definisi fuzzifikasi:

$x = \text{fuzzifier}(x_0)$  dimana:

$x_0$  : crisp input

$x$  : set/himpunan fuzzy: Fuzzifikasi yang memetakan crisp input ke dalam set fuzzy

Metoda fuzzifikasi dapat juga dijumpai dengan menerapkan pemagaran (hedge) fuzzy pada sebuah kumpulan. Sebuah pemagar adalah sebuah operator yang mentransformasikan sebuah kumpulan fuzzy fuzzy yang menunjukkan arti sebuah suku ke dalam kumpulan fuzzy lainnya yang diintensifikasikan atau dijarangkan. Sebagai contoh, dengan menggunakan pemagar 'sangat' dalam hubungannya dengan 'tidak', 'dan' serta suku primer 'muda', kita dapat menghasilkan kumpulan-kumpulan fuzzy 'sangat muda', 'sangat-sangat muda', 'tidak sangat muda', dan sebagainya. Walaupun dalam kegunaannya sehari-hari pemagar 'sangat' tidak mempunyai sebuah arti yang terdefinisi baik, pada hakekatnya ia bertindak sebagai sebuah penguat yang menghasilkan sebuah subkumpulan dari kumpulan dimana ia adalah  $\text{fuzzifier}(x_0)$ .

tak jelas (ill-defined)  $C_1, C_2, \dots, C_j, C_m$ .

Misalkan  $R_1, R_2, \dots, R_j, \dots, R_m$  adalah vektor referensi dimana  $R_j$  bersama-sama dengan  $C_j$  mengandung sejumlah  $h_j$  prototipe sehingga:

$$R_j^{(1)} \in R_j, l = 1, 2, \dots, h_j$$

Pola  $X$  kemudian dapat ditunjuk menjadi sebuah anggota kelas yang memperlihatkan similaritas maksimum sebagaimana diukur oleh algoritma dibawah ini.

Didefinisikan sebuah fungsi keanggotaan  $\mu_j(X)$  yang berhubungan dengan pola  $X$  untuk kelas ke -  $j$  sebagai

$$\mu(x) = \left[ 1 + \left\{ d \frac{(X, R_j)}{F_d} \right\}^{F_e} \right]^{-1}$$

dimana pengfuzzy(fuzzyfier)  $F_e$  dan  $F_d$  adalah sebuah konstanta positif bebas dan diuntukkan buat perubahan ambiguitas dalam sebuah kumpulan, dan  $d(X, R_j)$  adalah jarak antara  $X$  dan  $R_j$  sehingga

$$d(X, R_j) = \min_l \|X - R_j^{(1)}\|$$

$$d(X, R_j) = \min_l \left[ \sum_n \{ W_{jn}^{(1)} (X_n - R_{jn}^{(1)})^2 \}^{0.5} \right]$$



dalam sebuah ruang keanggotaan berdimensi- $m$  yang mempunyai satu-satuan hiperkubik dan akan memenuhi kondisi yang berikut:

1.  $\mu_j(X) \rightarrow 1$  ; jika  $d(X, R_j) \rightarrow 0$
2.  $\rightarrow 0$  ; jika  $d(X, R_j) \rightarrow \infty$

Jadi sebuah pola  $X$  yang tak diketahui diputuskan menjadi sebuah anggota kelas ke- $k$  jika

$$\mu_k(X) = \max\{\mu_j(X)\}$$

dimana  $j = k = 1, 2, \dots, m$ .

## **2.2 Jaringan Saraf Tiruan**

Jaringan saraf tiruan atau Artificial Neural Networks adalah salah satu metode baru yang proses kerjanya meniru cara kerja otak manusia. Istilah saraf disini memang mengacu ke model pengaktifan neuron saraf manusia.

### **2.2.1 Jaringan Saraf Tiruan Secara Umum**

Neural networks adalah kumpulan elemen pemroses (Processing Element / PE) yang terdiri atas subgroup-subgroup dimana setiap subgroup melakukan pemrosesan yang terpisah dan memberikan hasilnya pada group yang lain. Akhirnya sebuah subgroup (yang terdiri atas satu PE atau lebih) akan menghitung

Kondisi aktif tidaknya neuron ini dipengaruhi oleh dua hal, yaitu input yang masuk pada neuron dan nilai bobot (weight) dari neuron tersebut. Jika hasil output dari suatu jaringan tidak sesuai dengan yang diharapkan maka dapat dilakukan pengubahan nilai bobot sampai didapatkan hasil yang diinginkan. Proses pengubahan nilai bobot ini disebut dengan proses pelatihan (training). Dengan adanya proses ini maka jaringan seolah-olah mempunyai suatu kemampuan belajar. Untuk mendapatkan hasil yang diinginkan maka hasil output jaringan dapat diumpanbalikkan ke input layer dan dibandingkan dengan sinyal input. Selisihnya dimasukkan dalam suatu persamaan untuk mengubah nilai bobot.

Proses belajar dengan memakai sistem umpan balik ini dikenal dengan sistem supervised learning. Sistem yang tidak memakai umpan balik disebut unsupervised learning atau sering juga disebut dengan self-organizing.

### **2.2.2 Pemodelan Sel Syaraf**

Pemodelan saraf dan jaringan saraf tiruan pertama kali diperkenalkan oleh Mc Colloch dan Pitts. Hasil penemuannya dituangkan dalam sebuah tulisan yang berjudul “A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity”, dimana sel saraf Mc Culloch dan Pitts dibuat berdasarkan asumsi yaitu :

3. Aktifitas sel saraf adalah suatu proses biner dengan dua keadaan (semua

7. Struktur jaringan tetap tidak berubah terhadap waktu.

Dengan asumsi diatas maka sel saraf model ini selalu berada pada salah satu dari dua keadaan, aktif dan non aktif. Sel saraf dapat menerima masukan dari sejumlah sinapsis dengan bobot yang sama. Tetapi setiap neuron mempunyai harga ambang tertentu yang tetap sehingga diperlukan jumlah minimum sinapsis pembangkit agar sebuah sel dapat tereksitasi. Setiap sel dapat pula memperoleh sel penghambat yang bersifat mutlak sehingga sel saraf tidak aktif.

Dari pemodelan diatas dapat disimpulkan bahwa pemodelan sel ini mempunyai kerja dasar :

1. Output dari sel saraf hanya mempunyai dua keadaan (on/off)
2. Output sel saraf hanya tergantung dari input-input, supaya sel saraf aktif diperlukan suatu harga yang melebihi harga ambang.
3. Masukan dari pemodelan ini dapat disamakan dengan gerakan/reaksi pada manusia.

Dari uraian diatas dapat dibuat model dasar dari neuron yang merupakan pemodelan neuron tunggal.





$$f_h(x) = 0 \text{ jika } x < 0$$

Dengan memperhatikan batas minimum dari penjumlahan yang dapat merubah dari 1 ke 0, jadi nilai  $x_0$  selalu diset 1.

Pemodelan diatas berasal dari penyelidikan terhadap anatomi dan fisiologi otak manusia. Dan semua jaringan syaraf tiruan disusun dari pemodelan neuron tunggal yang membentuk neuron. Jadi hampir semua jaringan syaraf tiruan disusun dari kombinasi neuron tunggal yang cara kerjanya seperti hal tersebut diatas.

### 2.2.3. Pengenalan Pola

Secara garis besar pengenalan pola adalah usaha untuk mengenal suatu pola yang belum kita ketahui yang kemudian hasil tersebut kita simpan untuk dibandingkan lagi jika kita menemui pola yang sama. Tetapi pada dasarnya pengenalan pola adalah kemampuan membedakan benda-benda atau suatu keadaan serta mampu mengenalinya lagi dalam suatu waktu yang lain.

Demikian pula pada jaringan syaraf tiruan, terdapat suatu metode dalam pengenalan pola yaitu dengan cara mengklasifikasikan pola-pola yang diberikan dengan mendekatkan pada pola-pola yang sudah ada, kemudian dicari pola yang paling mirip dengan pola yang diberikan. Sedangkan untuk mencari kemiripan ini dapat dipakai cara dengan menitik beratkan pada jarak dari pola yang sudah ada dan

### 2.2.4 Bentuk Vektor dan Ruang

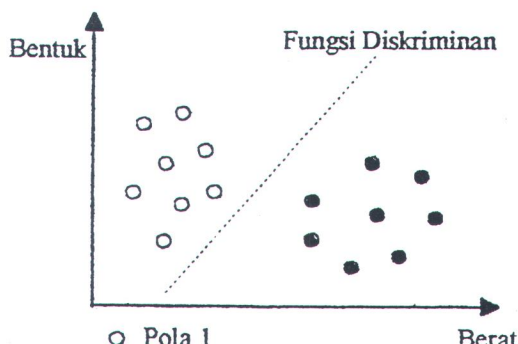
Untuk mengklasifikasikan suatu bentuk atau pola, jarang sekali hanya memakai satu kali pengukuran saja. Biasanya dengan melakukan beberapa pengukuran sehingga pola yang akan diklasifikasikan dapat terwakili. Jika kita melakukan  $n$  pengukuran dari suatu inputan yang masing-masing mempunyai bentuk yang sudah tertentu, maka kita dapat menggunakan notasi matematika yang dapat mewakili pola-pola pengukuran yang disebut vektor. Sedangkan dimensi dari vektor sesuai dengan jumlah elemen yang ada, maka dibuat  $n$  dimensi bentuk ruang.

Cara termudah untuk menjelaskan bentuk ruang adalah dengan menggunakan contoh dua dimensi. Pada contoh ini akan dibuat inputan dua dimensi. Untuk lebih mendekati pengenalan pola pada jaringan syaraf tiruan Kohonen maka dipakai contoh untuk membedakan pola A dan pola B. Tidak lepas dari masalah pengenalan pola ini maka dibuat pengklasifikasian berdasarkan tinggi dan berat dari masing-masing pola. Dengan begitu kita dapat membuat gambar dari kedua pola di dalam bentuk dataran dua dimensi Ecludian seperti pada gambar 2.3



### 2.2.5 Fungsi Diskriminan

Fungsi diskriminan merupakan fungsi dasar pada teknik pengolahan pengenalan bentuk. Fungsi diskriminan digunakan untuk membedakan atau memisahkan pola-pola yang ada. Untuk lebih mudahnya digunakan Gambar 2.3., kelompok pertama berupa lingkaran kosong dan yang kelompok kedua berupa lingkaran penuh dimana kedua kelompok menempati suatu tempat yang saling terpisah. Sehingga diperlukan pengklasifikasian untuk menandai kedua kelompok tersebut dan menandai input baru untuk dimasukkan ke dalam salah satu dari kedua kelompok tersebut. Untuk membedakan kedua kelompok yang berbeda ini dapat dibuat garis pemisah diantara kedua kelompok tersebut. Garis pemisah ini dibuat dengan persamaan yang sembarang asalkan bisa memisahkan kelompok pertama dan kedua. Gambar 2.4. dapat digunakan untuk memperjelas pemakaian garis pemisah.





menjadi daerah tertentu, sehingga input berikutnya akan lebih mudah dimasukkan ke dalam kelompok mana yang terdekat tergantung pada syarat yang sudah ditentukan.

Pengklasifikasian seperti contoh diatas disebut dengan klasifikasi linier karena garis pemisah antara kedua kelompok yang berbeda tersebut merupakan garis lurus.

### **2.2.6 Teknik Klasifikasi**

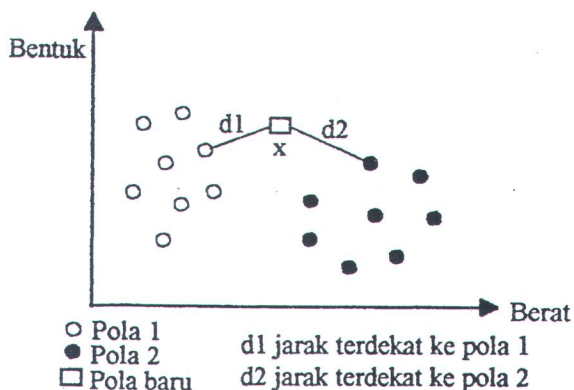
Teknik pengklasifikasian pola dibagi menjadi dua kategori yaitu numerik dan non numerik. Klasifikasi numerik meliputi pengukuran determinan dan statistik yang dapat dimasukkan ke dalam pola ruang geometri. Klasifikasi non numerik merupakan teknik yang banyak menggunakan proses-proses simbolik yang banyak dipakai dalam metode fuzzy. Pengolahan algoritma untuk jaringan saraf tiruan banyak memakai teknik pengklasifikasian secara numerik.

Pada pembahasan sebelumnya telah disinggung mengenai fungsi diskriminan, untuk lebih memperjelas fungsi diskriminan ini akan diberikan metode klasifikasi tetangga terdekat dan merupakan pembahasan lebih lanjut mengenai klasifikasi linier. Untuk menjelaskan tentang pendekatan secara statistik dengan memakai klasifikasi Bayes yang menggunakan perkiraan probabilitas sebagai

menggunakan contoh dua pola yang berbeda, seperti pada gambar 2.4. Dalam gambar dapat dilihat ada dua pola dan input X yang belum diketahui untuk kelas pola pertama atau pola kedua. Dalam pengklasifikasian tetangga terdekat maka keputusan untuk masuk ke dalam salah satu pola berdasarkan pada jarak terdekat. Sehingga input X akan masuk ke dalam pola pertama atau kedua tergantung pada jarak terdekat yang mewakili input baru ke pola pertama atau pola kedua. Sedangkan jarak untuk menentukan klasifikasi kelas dapat dilakukan dengan perhitungan dengan rumus :

$$f(x) = \text{Terdekat (kelas1)} - \text{Terdekat (kelas 2)}$$

Hasil dari perhitungan diatas, jika  $f(x)$  bernilai negatif maka akan menjadi anggota kelas pertama, jika  $f(x)$  bernilai positif maka akan masuk ke kelas kedua.



Gambar 2.4 Klasifikasi tetangga terdekat<sup>4</sup>

metode Distance Metrics yang akan dijelaskan pada sub bab berikut ini.

### 2.2.8 Distance Metrics

Metode tetangga terdekat dapat digunakan untuk mencari jarak antara suatu kelas dengan kelas yang lain. Untuk memperbaiki metode tetangga terdekat yang sudah dijelaskan pada sub bab sebelumnya maka akan dijelaskan metode Distance Metrics yang biasa digunakan untuk pengukuran jarak pola yang ada di dalam ruang pola geometri. Sedangkan Distance Metrics sendiri dibagi menjadi beberapa metode yaitu :

#### a. Hamming Distance Metrics

Metode ini merupakan metode pengukuran jarak yang paling banyak digunakan karena paling sederhana. Misalkan untuk pengukuran jarak pada dua vektor,

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$$

Hamming distance diperoleh dengan menghitung masing-masing komponen antara vektor satu dengan vektor lainnya. Kemudian hasil dari vektor tersebut dijumlahkan untuk mendapatkan nilai absolut dari variasi vektor-vektor tersebut



$$H = \sum x_i \times \text{XOR} y_i$$

## b. Pengukuran Jarak Ecludian

Metode Ecludian merupakan salah satu cara pengukuran jarak matrik yang sering digunakan. Misalkan ada dua buah vektor  $x$  dan  $y$  yang ingin dicari jarak antar keduanya maka dapat digunakan metode pengukuran jarak Ecludian dengan rumus :

$$d(x, y)_{\text{euc}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

dimana  $n$  adalah dimensi dari vektor

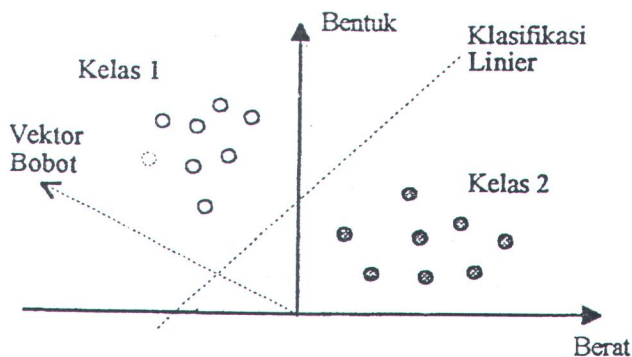
Untuk pengukuran dua vektor maka rumus diatas menjadi :

$$d(x, y)_{\text{euc}} = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2}$$

Persamaan ini menggunakan teori Phythagoras untuk sisi miring suatu segitiga siku-siku. Untuk penghitungan vektor biner, metode Ecludian menggunakan Hamming Distance yang dikuadratkan kemudian diakarkan.

### 2.2.8 Klasifikasi Linier

Klasifikasi linier ini seperti yang telah dijelaskan dan diketahui cara



Gambar 2.5 Pembedaan kelas dengan Linier Decision Boundary<sup>5</sup>

Pada gambar diatas terlihat bahwa klasifikasi tersebut menggunakan bantuan sebuah vektor lagi dimana vektor tersebut adalah vektor bobot ( $w$ ) dan dalam orientasi ruangnya didefinisikan sebagai Linear Decision Boundary. Fungsi  $f(x)$  dari Decision Boundary memiliki rumus :

$$f(x) = \sum_{i=1}^n (x_i \times w_i)$$

dimana

$x_i$  = komponen ke- $i$  dari vektor input

$w_i$  = komponen ke- $i$  dari vektor bobot

$n$  = banyak dari vektor input

Output dari fungsi diatas dapat bernilai positif atau negatif tergantung dari

akan mempunyai hasil kelas pertama atau kelas kedua dari input yang diberikan. Jika kita mengembangkan fungsi diskriminan dengan menggunakan matrik algebra maka kita dapat menghasilkan output berdasarkan vektor bobot dengan menggunakan rumus :

$$f(x) = \sum w_i \times x_i - \theta$$

yang dapat dikembangkan menjadi

$$f(x) = (|w| \times |x| \sin \phi) - \theta$$

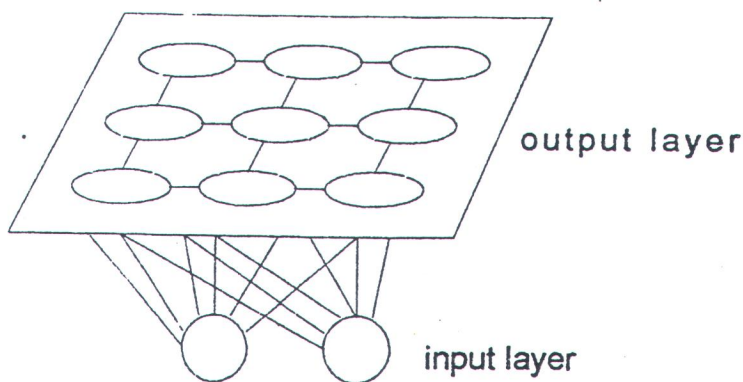
dimana  $\phi$  adalah sudut antara vektor  $x$  dan vektor  $w$ .

Fungsi  $\cos \phi$  ini akan mempunyai harga  $-1/+1$  untuk nilai  $\phi$  yang lebih besar  $\pm 90^\circ$  antara vektor bobot dan vektor input, sehingga nilai  $f(x)$  akan mempunyai nilai negatif atau positif. Output dari  $f(x)$  akan bernilai positif jika sudut antara vektor bobot dan vektor input kurang dari  $90^\circ$  dan bernilai negatif jika lebih dari  $90^\circ$ .

Sedangkan untuk memperoleh hasil yang baik dari berbagai input yang dimasukkan maka memerlukan bobot yang tepat. Untuk mencari bobot yang tepat dapat menggunakan cara iterasi dengan menggunakan metode trial and error, dimana cara ini memodifikasi bobot berdasarkan fungsi error. Fungsi error ini membandingkan output sebenarnya dengan output yang diinginkan, perbedaan



Dalam layer output tiap-tiap node yang ada saling mematikan sehingga pada akhirnya hanya node yang paling dekat dengan input yang tersisa. Pada algoritma Kohonen inisialisasi awal untuk tiap-tiap bobot diberikan harga random. Tiap-tiap node dalam algoritma ini memiliki harga tertentu yang berbeda dengan node yang lain dan memiliki jumlah neuron yang sama dengan neuron input. Selama proses belajar bobot yang ada pada tiap-tiap node akan berubah sesuai dengan perbandingan antara vektor bobot dengan vektor input terhadap waktu. Pada saat proses belajar, tidak semua bobot dalam setiap kali ada input baru selalu berubah, tetapi hanya bobot yang terdapat pada node yang terpilih saja yang berubah.



Gambar 2.7 Hubungan layer input dan layer output pada metode Kohonen<sup>7</sup>

Untuk lebih jelasnya tentang algoritma Kohonen ini akan dijelaskan mengenai prinsip algoritma Kohonen, perubahan bobot, inisialisasi bobot,

dengan nilai yang random, dimana nilai dari node ini tergantung dari neuron-neuron yang terdapat pada node tersebut dan untuk nilai awal ini diusahakan memberikan nilai vektor yang berjauhan antara node satu dengan yang lain. Setelah diberi bobot random maka jaringan diberi input dengan jumlah dari input harus sama dengan neuron input. Input yang dimasukkan ke Algoritma Kohonen ini ditandai dengan waktu, dimana waktu ini berbanding lurus dengan jumlah input. Setelah input diterima oleh jaringan, maka jaringan mulai melakukan perhitungan untuk mencari jarak vektor yang terdekat, jarak vektor ini didapatkan dari selisih antara vektor input dengan vektor bobot. Secara matematis uraian diatas dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$d_j = \sum_{i=0}^{n-1} (X_i(t) - w_{ij}(t))$$

Dari persamaan diatas setelah diketahui tiap-tiap jarak antara node-node pada output dengan input maka dilakukan perhitungan jarak minimum. Dimana node yang terpilih diberi tanda khusus. Tahap akhir algoritma ini adalah melakukan perubahan bobot pada node yang terpilih, untuk lebih jelasnya diberikan rumus seperti dibawah ini :

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \eta(t)(x_i(t) - w_{ij}(t))$$

## **b Perubahan Bobot**

Dalam proses belajar akan terjadi perubahan bobot pada node yang terpilih. Pada perubahan bobot ini merupakan hal yang paling menentukan adalah faktor pengali  $\eta(t)$  faktor pengali ini menentukan kecepatan belajar dari jaringan dan diatur bernilai antara nol sampai satu ( $0 \leq \eta(t) \leq 1$ ). Untuk faktor pengali yang cukup besar akan didapatkan hasil belajar yang cepat, tetapi dengan pemetaan yang kasar. Sedangkan untuk faktor pengali yang bernilai akan didapatkan pemetaan yang bagus tetapi mempunyai waktu belajar yang cukup lama.

Tiap kali ada pelatihan akan didapatkan satu node yang memiliki pola terdekat dengan input dan pemilihan pola ini didapatkan dengan menggunakan rumus Ecludian. Tetapi dalam algoritma jaringan saraf tiruan dengan metode Kohonen ini bobot yang didapatkan bukan hanya didasarkan pada besarnya vektor, tetapi juga dari arah vektor itu sendiri.

## **c Inisialisasi Bobot**

Pada penjelasan sebelumnya sudah dijelaskan bahwa inisialisasi awal bobot dilakukan dengan cara memberikan bobot random, tetapi pada prakteknya jika inisialisasi awal diberikan bobot random maka vektor bobot akan benar-benar tersebar secara random. Dengan keadaan seperti ini menyebabkan jaringan tidak



yang ada. Dengan cara ini maka jaringan akan dapat belajar secara perlahan-lahan mengikuti perubahan input yang ada dan akhirnya didapatkan bentuk pemetaan yang sesuai dengan yang diperlukan oleh jaringan saraf tiruan untuk pengenalan pola.

### d Pengurangan Tetangga

Pada algoritma Kohonen ini didapatkan jaringan node output yang saling berhubungan antara satu node dengan node yang lain (lihat gambar 2.8), dari hubungan ini maka node yang satu akan mempengaruhi node yang lain. Sebelum diberikan input maka daerah keputusan akan memiliki daerah yang sangat luas. Setelah melalui tahapan pelatihan maka luas dari vektor keputusan akan semakin kecil. Untuk memperjelas apa yang dimaksud dengan pengurangan tetangga maka sebagai ilustrasi dapat dilihat pada gambar 2.8. Pada gambar tampak bentuk jaringan pada saat awal inialisasi, pada proses ini arah keputusan vektor masih sangat luas gambar 2.8 A. Dalam proses selanjutnya setelah jaringan mengalami pelatihan maka vektor bobot akan memiliki daerah keputusan yang lebih kecil, seperti gambar 2.9 B



ulang didapatkan keputusan akhir seperti gambar 2.9 C yaitu tinggal lima node yang mewakili vektor bobot.

## e Vektor Quantisasi

Vektor quantisasi pada algoritma Kohonen ini pada dasarnya merupakan tambahan cara pelatihan, yaitu dengan cara merubah vektor bobot untuk mendekati vektor input. Jika output yang dihasilkan tidak sesuai, maka vektor bobot akan dilatih menjauhi vektor input. Quantisasi vektor ini sangat efektif untuk diterapkan pada algoritma Kohonen dengan catatan algoritma tersebut telah menjadi suatu algoritma supervised learning.

Secara matematik LV Quantisasi vektor ini ditulis dengan rumus sebagai berikut :

- untuk klasifikasi benar

$$n_w = n_w(t) + \eta(t)[x(t) - n_w(t)]$$

- untuk klasifikasi salah

$$n_w = n_w(t) + \eta(t)[x(t) - n_w(t)]$$

dimana:

$n_w$  adalah node yang terpilih

## 2.1<sup>9</sup> perbedaan antara sistem tersebut

Tabel 2.1: Perbandingan antara Fuzzy logic(FL), Neural Network(NN) dan Conventional Control Theory<sup>a</sup>

	FL	NN	Teori Control
Model Matematik	CB	J	B
Kemampuan Belajar	J	B	J
Knowledge Representation	B	J	AJ
Expert Knowledge	B	J	AJ
Nonlinearitas	B	B	J
Kemampuan Optimisasi	B	AB	AJ
Fault Tolerance	B	B	J
Uncertainty Tolerance	B	B	J
Operasi Real time	B	AB	B

a. Terminologi Fuzzy yang digunakan disini adalah: baik(B), cukup baik(CB), agak jelek(AJ), dan jelek(J)

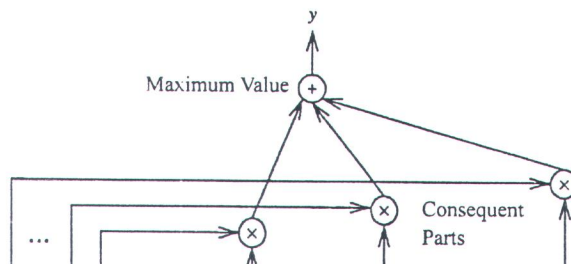
Jaringan syaraf tiruan pada intinya adalah algoritma dan struktur komputasi dasar yang memberikan performansi yang baik dalam berhubungan dengan data yang bersifat sensor, sementara teknik fuzzy logic sering kali berhubungan dengan permasalahan seperti pemberi keputusan pada tingkat yang lebih tinggi dibanding dengan jaringan syaraf tiruan. Tetapi, karena fuzzy sistem tidak memiliki kemampuan belajar, operator manusia akan mengalami sedikit kesulitan untuk



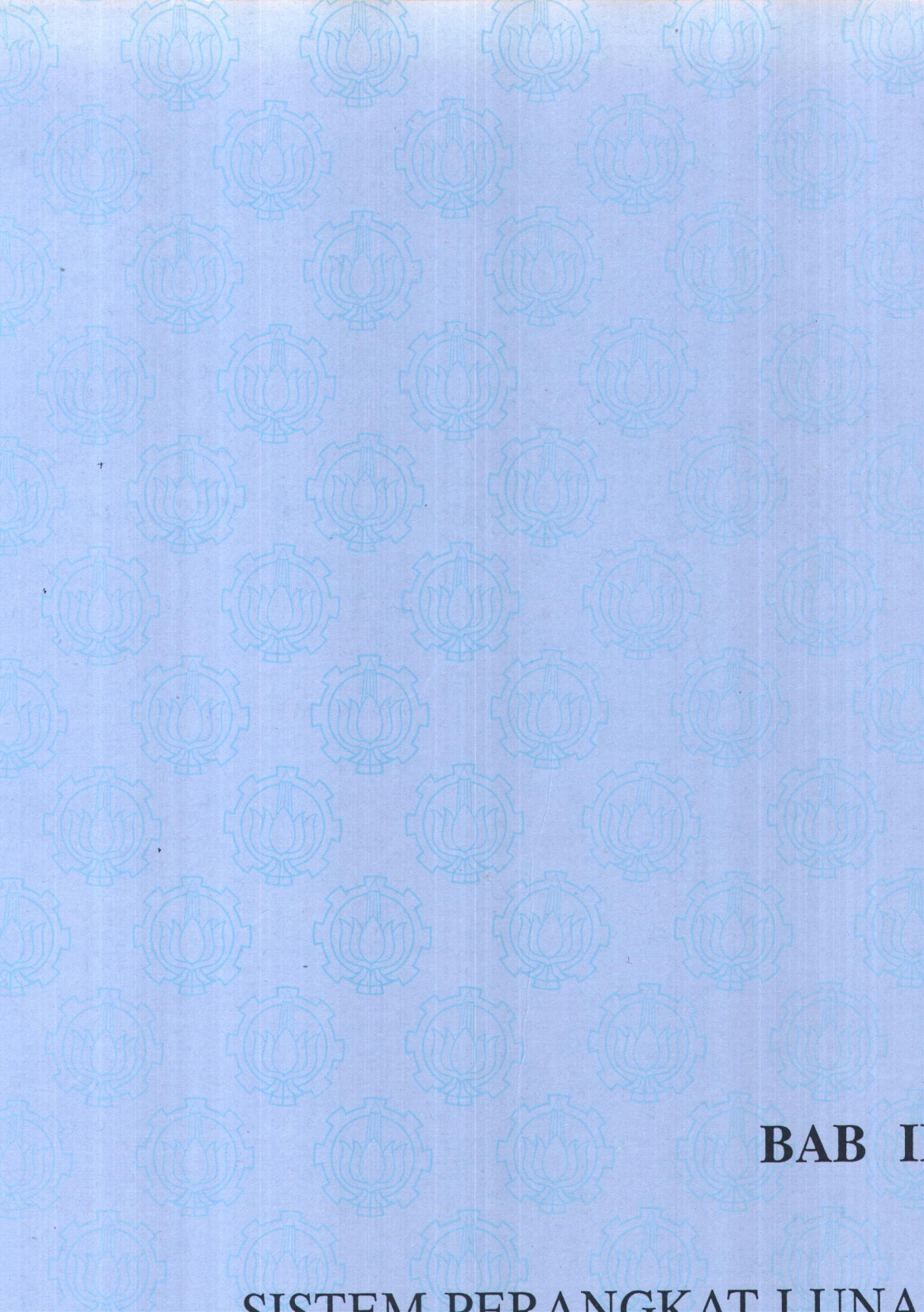
masing-masing) adalah dengan menggabungkan bersama kedalam sistem yang terintegrasi. Penggabungan dari dua teknologi yang berbeda ini dapat dibedakan kedalam tiga kategori, yang menghasilkan sistem dengan karakteristik yang berbeda:

1. Fuzzy Neural: penggunaan neural network sebagai alat pada model Fuzzy sistem
2. Neuro Fuzzy sistem: fuzzifikasi dari konvensional model neural network
3. Fuzzy-Neural Hibrid: penggabungan teknologi Fuzzy logic dan neural network kedalam hibrid sistem

Pada dua sistem yang pertama, keduanya mewakili kombinasi yang suportif, dimana satu teknologi membantu teknologi yang lain, sementara sistem ketiga menunjukkan kombinasi kolaborative, dimana kedua teknologi digabung erat untuk menjalankan suatu tugas.



neural network bekerja saling membantu satu sama lain secara efisien dan efektif untuk memperoleh tujuan umum.



**BAB I**

**SISTEM PERANGKAT LUNA**

## **BAB III**

### **SISTEM PERANGKAT LUNAK**

#### **3.1 Umum**

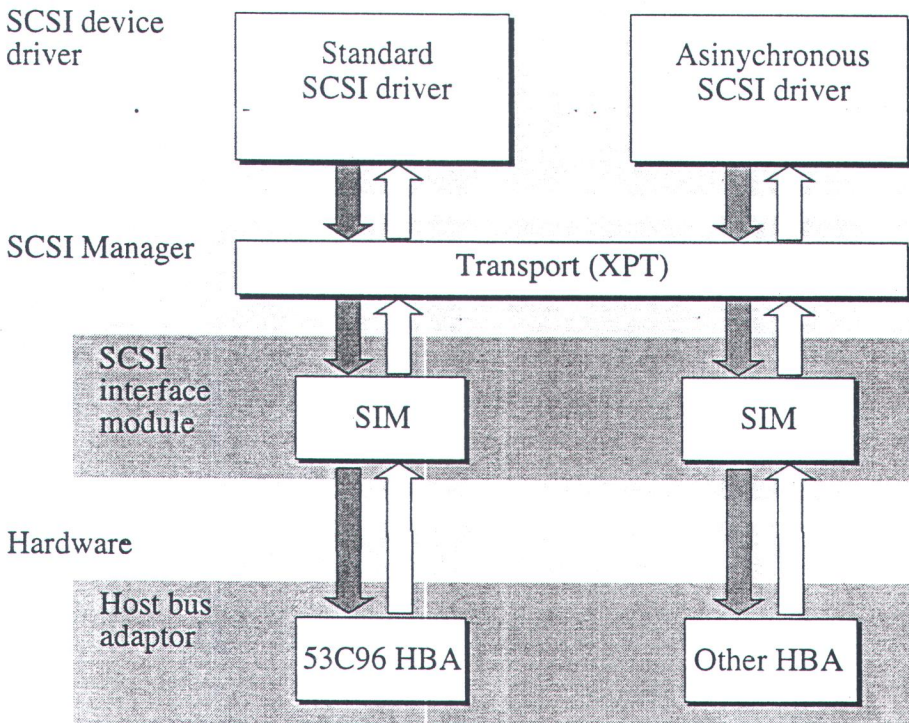
Dalam tugas akhir ini pengambilan suatu bentuk data yang terdapat dalam gambar dilakukan melalui scanner yang diakses oleh Macintosh melalui SCSI interface. Kemudian pengolahan dilakukan secara software dengan melalui program pada Macintosh Operating System atau disingkat MacOS. Untuk memperjelas pengubahan bentuk data dari input tersebut akan dijelaskan secara garis besar proses-proses maupun uraian yang mendukung pengaksesan data, seperti, SCSI interface pengolahan format file bitmap, prinsip kerja scanner, dan pemrograman di MacOS. Sehingga diharapkan dari uraian ini akan memperjelas gambaran pengolahan data input yang akan diproses dalam metode Neuro Fuzzy.

#### **3.2 SCSI Interface pada Macintosh**

Berbeda dengan kebanyakan komputer yang mengakses peripheral seperti harddisk, scanner atau printer melalui IDE atau paralel port, pengaksesan seluruh peripheral pada Macintosh dilakukan dengan menggunakan satu interface yaitu SCSI (Small Computer Single Interface) bus. Keunggulan dari SCSI dibanding



NCR 53C96 HBA controller yang digunakan pada Macintosh komputer performansi tinggi. Masing-masing dari SIM dan hardware HBA dapat ditambahkan oleh Apple atau developer third-party. Gambar 3.2 menunjukkan hubungan antara device driver, SCSI Manager, dan SCSI hardware kontroler.

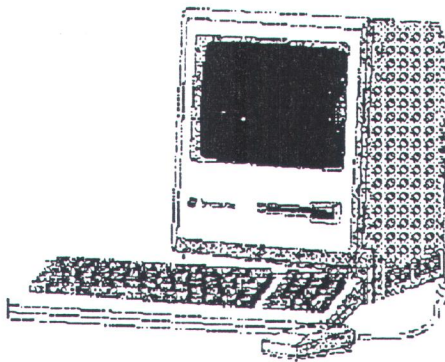


Gambar 3.2 Arsitektur SCSI Manager

### 3.3 Pemrogramman Mac-OS

Macintosh sama sekali tidak kompatible baik secara hardware maupun software dengan setiap tipe komputer yang ada saat itu. Monitor, disk drive, dan CPU board berada pada satu kotak, tidak seperti desain modular dari IBM PC atau seri Apple

II. Macintosh tidak memiliki internal bus dan amat sulit di expand. User interface dengan kontrol mouse sama sekali tidak familiar bagi kebanyakan orang.

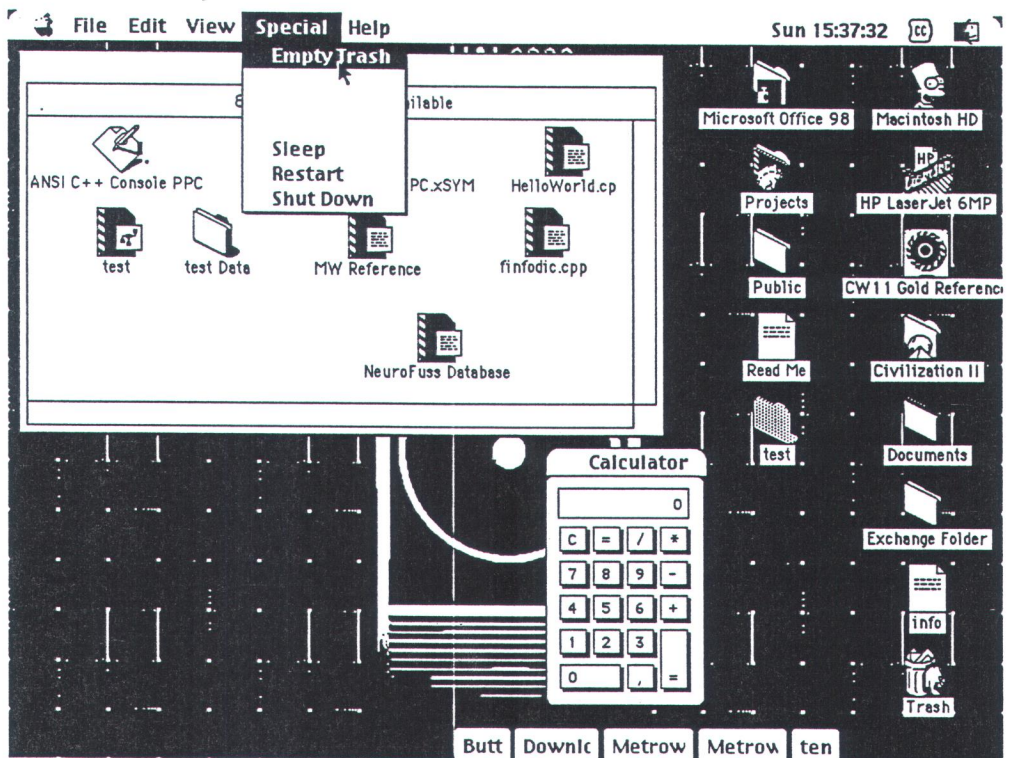


Gambar 3.1 Macintosh di tahun 1984<sup>11</sup>

Komputer baru itu seharusnya gagal. Walaupun demikian, perkembangan selanjutnya menunjukkan hal yang berbeda. Komputer Macintosh menjadikan komputer yang paling sering ditiru oleh industri komputer lainnya. Tiga hal yang unik yang membedakan Macintosh dengan lainnya:

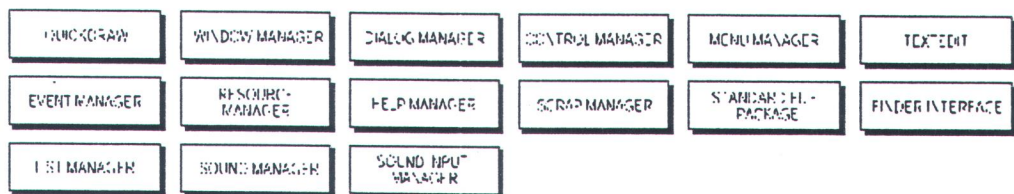
1. Interface: User interface berbasis grafis amat efektif. para pemula belajar menggunakan komputer jauh lebih cepat. Ketentuan lama “powerful = hard

3. Penggunaan Resource: Blok dasar dari semua software pada Macintosh, resource menyimpan informasi-informasi program melalui kumpulan template yang ditaruh pada file program. Berbeda dengan resource yang ada pada sistem operasi Windows, yang mana setelah di compile dan di link dengan source code tidak dapat dimodifikasi ulang. Resource pada Macintosh dapat



Gambar 3.2 Macintosh user interface

penggunaan window dan menu. Interface dari Macintosh mengambil perlambang dari sebuah meja kerja, dimana terdapat laci meja untuk menyimpan file yang disebut folder, ruang meja kerja itu sendiri / desktop, dan tak ketinggalan kotak sampah untuk membuang file yang tidak terpakai. Setiap elemen dari interface—window, menu, dialog box, dan icon—masing-masing memiliki fungsi tertentu yang berhubungan dengan simbol dari object tersebut.



Gambar 3.3 Bagian dari Tool Box<sup>12</sup>

## b. Macintosh Toolbox

Macintosh Toolbox dapat dianggap semacam kumpulan function library yang mempermudah pembuatan program. Fungsi-fungsi ini disimpan didalam ROM chip dan dapat langsung dipanggil di dalam source code program. Sebagai contoh dengan menggunakan satu fungsi Toolbox: `GetNewWindow()`, window baru dapat langsung tercipta sesuai dengan parameter yang di inputkan.

Dengan menggunakan fungsi-fungsi dari Toolbox untuk membuat program



seperti yang terlihat pada Gambar 3.3.

### c. Resource

Jika Toolbox adalah library dari fungsi yang membentuk interface pada Macintosh, maka resource adalah data yang dipakai program mengeksekusi fungsi fungsi Toolbox. `GetNewWindow()`, agar fungsi toolbox ini dapat bekerja membentuk window baru, programmer diharuskan untuk menentukan parameter window yang diinginkan seperti besar, lokasi dan tipe window. Caranya adalah dengan menyediakan resource yang berisi informasi-informasi tersebut.

Resource memiliki beberapa macam tipe, masing-masing berfungsi sebagai media penyimpan untuk tipe-tipe tertentu dari informasi yang berhubungan dengan window, menus, dan komponen-komponen lain didalam interface Macintosh.

Resource terintegrasi penuh kedalam desain dari Macintosh. Setiap file program di Macintosh dapat memiliki puluhan resource. Hal ini mempermudah usaha dari pemrogram aplikasi di Macintosh. Sebagai contoh dengan menggunakan resource program dapat dengan mudah dilokalisasi kedalam bahasa lokal pengguna. Cukup dengan membuka program file itu dan melakukan editing kecil maka program tersebut akan dapat dikirim ke misalnya bahasa Perancis.

- Macintosh menerapkan operasi pemakaian yang baku untuk setiap aplikasi, sehingga dapat dilakukan generalisasi bagi pemakai. Jika satu aplikasi dapat dikuasai dengan baik maka aplikasi-aplikasi yang lain akan dapat dijalankan dengan mudah.
- Kerja sama antar aplikasi yang unik dan dinamik, ciri ini akan sangat meningkatkan produktivitas kerja.
- Kerja sama antar aplikasi yang saling mendukung antara fungsi satu dengan fungsi lainnya dalam pertukaran suatu lembar kerja.
- Sistem operasi yang multitasking, sehingga memungkinkan beberapa program dapat dijalankan dalam waktu yang bersamaan, sehingga pemakai tidak perlu menunggu suatu aplikasi selesai berjalan, tetapi dapat digunakan untuk menjalankan aplikasi lainnya.
- Dukungan aplikasi yang beragam
- Standar hardware multimedia dengan kualitas tinggi. Begitu Macintosh keluar dari kardus pembungkusnya maka Macintosh akan dapat melakukan operasional secara multimedia. Kemampuan standard sound yang terdapat pada Macintosh adalah 16 bit dengan 44.1Khz.
- Kemampuan mengakses memori tanpa batas, karena Macintosh tidak memiliki batasan 640K seperti yang ada pada DOS dan Windows 3.1

seperti DOS ataupun Windows akan kesulitan untuk masuk kedalam pemrograman Macintosh karena banyaknya kode-kode baru, bahasa pemrograman yang kompleks dan banyak aturan-aturan yang baru. Tetapi banyak pula keuntungan-keuntungan yang ditawarkan bagi programmer, keuntungan itu antara lain:

- File dan QuickDraw Manager dari Toolbox, yaitu setiap program Macintosh dapat melakukan penggambaran ke setiap perangkat keras atau lunak seperti monitor, printer, atau menyimpan kedalam bentuk file hanya dengan perintah-perintah yang terdapat pada Toolbox. Dengan demikian programmer akan dapat memfokuskan usahanya karena programmer tidak harus mempelajari pengaksesan pada hardware yang berbeda-beda
- Kaya akan fungsi-fungsi untuk menampilkan grafik dan text.
- Mempunyai kemampuan untuk mengakses memori yang hanya dapat dibatasi oleh keterbatasan hardware yang ada sehingga program-program yang membutuhkan banyak memori. Dengan pemrograman dengan Macintosh, maka programmer tidak akan ada kesulitan dalam mengalokasikan memori tanpa adanya kompleksitas memori seperti yang ada pada DOS ataupun Window 3.1 dimana ada perbedaan memori yaitu low memory dan Extended memori. Secara teoritis kemampuan Macintosh untuk mengakses memori mencapai 1 Gigabytes.

object), meliputi menu, icon, cursor, button, scroll bar dan objek lain. Dengan demikian programmer tidak perlu merancang objek-objek baru karena dapat menggunakan objek-objek yang dimilikinya, programmer dapat membuat sendiri objek-objek baru dengan menggunakan fasilitas yang telah disediakan oleh Macintosh.

- Perubahan dari versi ke versi selalu compatible sehingga programmer hanya perlu mempelajari kemampuan tambahan baru.

### **3.4 Ciri-Ciri Pemrogramman Macintosh**

Terdapat ciri-ciri yang harus dimengerti pada pemrogramman Macintosh yaitu antar lain:

#### **3.4.1 Pemrogramman yang digerakkan oleh pesan(Event Driven)**

Semua kegiatan dari pemrograman Macintosh digerakkan oleh pesan/message. Pesan-pesan tersebut diatur oleh Event Manager yang terdapat pada Toolbox. Pesan merupakan informasi-informasi baru yang terjadi karena perubahan pada Macintosh interface. Setiap kali window dipindah, terjadi penekanan keyboard, penekanan mouse, pergerakan mouse dan event-event lain, Event Manager akan selalu memberikan respon terhadap pesan-pesan tersebut, dan akan



oleh aplikasi, dan hanya pesan-pesan yang berhubungan dengan program saja yang diproses oleh aplikasi, sedang yang tidak diproses oleh aplikasi akan di kirim balik ke Event Manager untuk diproses sebagai proses default.

### **3.4.2 Pesan/Message dan Proses Multitasking**

Untuk menjalankan proses multitasking. Macintosh mempunyai pendekatan yang disebut dengan penjadwalan(scheduled). Teknik yang dikembangkan oleh Macintosh berbeda dengan teknik yang telah biasa digunakan. Pada teknik sebelumnya penjadwalan dilakukan dengan sistem time-slice, yaitu pada waktu yang telah ditetapkan suatu proses dijalankan atau dihentikan berulang-ulang, jika program dijalankan yang lain akan berada pada suspend mode atau berhenti sementara sampai program-program tersebut diaktifkan oleh pemakai. Pendekatan ini disebut sebagai pre-emptive scheduling, dalam pelaksanaannya sistem operasi bertanggung jawab untuk menginterupsi aplikasi-aplikasi yang sedang berjalan.

Macintosh menggunakan pendekatan yang disebut cooperative scheduling, dimana program-program yang sedang berjalan tidak diinterupsi oleh sistem operasi tetapi program tersebut akan menginterupsi (menghentikan kegiatannya) secara suka rela untuk memberikan sebagian waktu prosesor kepada program lain yang berjalan. Ketika program sedang dalam keadaan idle, maka program lain yang

Toolbox. Aplikasi harus meminta terlebih dahulu ( dari Toolbox) sumber yang akan diaksesnya dan kemudian jika tidak digunakan dikembalikan lagi, agar dapat dimanfaatkan oleh aplikasi yang lain.

### **3.4.4 Manajemen Memori**

Memori adalah sumber yang dimanfaatkan bersama, Macintosh memanfaatkan memori dengan memindahkan memori kebagian yang lain atau ke disk, bahkan dimungkinkan memori yang telah ditempati data atau kode dapat dikosongkan untuk mengatasi kekurangan memori. Untuk aplikasi yang dibuka lebih dari satu, sebagai usaha penghematan, Macintosh akan menggunakan kode yang sama, perbedaannya hanya pada data yang diakses.

Selain itu pemesanan memori di Macintosh mempunyai kemampuan moveable yaitu mampu menyusun kembali bidang-bidang memori yang tidak efektif akibat pemesanan tempat yang dibebaskan, dengan cara memanipulasi alamat dari mikroprosesor.

### **3.4.5 Tampilan Grafik**

Untuk mendapatkan tampilan grafik, Macintosh menggunakan fungsi-fungsi yang dikelompokkan kedalam Quickdraw Manager. Fungsi-fungsi pada Quickdraw inilah yang mengerjakan semua tugas-tugas menggambar, dan

### **3.5 Bitmap Macintosh**

#### **3.5.1 Display pada Macintosh**

Macintosh mempunyai kemampuan untuk mengkombinasikan antara penampilan warna pada monitor dengan card monitor karena adanya bantuan dari ColorSync. Macintosh dapat menampilkan warna dari monokrom sampai 24 bit (true color) pada resolusi 640X480 hingga resolusi tinggi 1024 x 768. Dalam menampilkan 16 warna, maka Macintosh akan menampilkan 16 daerah warna dalam satu satuan waktu yang diambil dari palette yang mempunyai 256.000 warna yang disebut dengan virtual palette.

Jika Macintosh memiliki device dengan hanya 256 warna tetapi ingin menampilkan warna sampai 16 bit warna atau lebih, maka dalam hal ini Macintosh mempunyai suatu proses yang disebut dithering. Dalam proses ini sebenarnya warna yang tidak tersedia dalam memori pada device tersebut akan ditampilkan sebagai kombinasi dari warna-warna yang ada. Misalnya untuk membuat warna hijau tetapi hanya mempunyai warna biru dan merah maka harus terjadi proses pencampuran dari kedua warna dengan kadar tertentu. Dalam Macintosh, proses kombinasi warna ini dilakukan oleh komputer.

Pada struktur gambar bitmap, secara garis besar sebenarnya merupakan

warna memiliki nilai 0 sampai 65.535 warna. Total dari tiga warna primer tersebut menghasilkan jumlah warna maksimal 48 bit informasi warna atau sekitar  $2.8 \times 10^{14}$  nilai warna. Akan tetapi walaupun disediakan tempat sebesar 48 bit, kebanyakan pemakai cukup puas dengan representasi warna sebesar 24 bit.

Dalam sistem 16 bitmap color masing-masing RGB ditampilkan dalam nomor-nomor, yang tiap nomor merupakan indeks dari tabel RGB dari palette display. Masing-masing nomor mempunyai range 0 - 15 dan terdapat 16 daerah palette. Sedangkan dalam 256 bitmap color dalam satu pixel akan mempunyai 256 daerah warna.

### 3.5.2 Struktur File PICT

Format standart bitmap pada Macintosh disebut PICT. Setiap file PICT selalu diawali dengan 512 byte header yang dapat digunakan untuk keperluan masing-masing aplikasi. Data PICT sesungguhnya baru dimulai satu byte setelah byte header tersebut. Informasi PICT ini disimpan dalam Picture Record yang memiliki susunan dibawah ini:

```
typedef struct {
    int      PicSize;
    Rect     picFrame;
```



dipertahankan hanya untuk kompatibilitas terhadap versi pertama dari PICT. Untuk dapat menghandel versi kedua dari PICT perlu digunakan suatu operasi pengaksesan memori secara langsung agar dapat menyimpan informasi yang ada. Sedangkan penentuan dari ukuran file PICT, ditentukan dengan menggunakan fungsi - fungsi pada Toolbox, sehingga pengaksesan pada memori tersebut dapat dibatasi.

picFrame adalah struktur berisi empat variable integer yang mewakili empat sisi batas ukuran dari format PICT yaitu atas, bawah, kiri dan kanan. Untuk melakukan prosedur penggambaran diperlukan adanya empat koordinat tersebut untuk menentukan peletakkannya di layar monitor.

### **3.6 Scanner**

#### **3.6.1 Prinsip Dasar Scanner**

Scanner merupakan suatu alat yang dapat merubah sebuah gambar atau citra dua dimensi yang diam menjadi data digital, sehingga data tersebut dapat disimpan dalam bentuk file. Untuk mengubah gambar menjadi data digital diperlukan sumber cahaya dan sensor. Proses ini mirip dengan proses fotografi. Pengambilan gambar dengan scanner mirip dengan pengambilan gambar pada televisi. Permukaan bidang gambar harus ditelusuri (scan) mulai atas sampai ke bawah, karena itu alat

cahaya yang terpantul dari gambar akan diterima oleh sensor. Selanjutnya sensor akan mengkonversikan cahaya menjadi tegangan yang berbanding lurus dengan kuat (intensitas) cahayanya. Semakin terang atau cerah permukaan gambarnya, semakin tinggi intensitas yang diterima sensor, dan semakin tinggi pula tegangan yang diterima sensor. Jadi selama scanning head bergerak menyusuri gambar menghasilkan keluaran berupa sinyal tegangan analog. Karena komputer hanya dapat mengolah sinyal digital, sinyal analog tersebut dimasukkan dalam rangkaian analog to digital converter (ADC) supaya menjadi formasi digital.

Sensor dari scanning head berupa Charge Coupled Device (CCD). CCD merupakan elemen-elemen yang peka cahaya (fotosensitif) yang disusun dalam bentuk grid (kisi). Semakin banyak elemen fotosensitif per satuan panjang, semakin tinggi resolusi gambar yang dihasilkan. Scanner mempunyai dua macam tingkat resolusi yaitu resolusi optikal dan resolusi interpolasi. Resolusi optikal menunjukkan kemampuan fisik dari scanner. Sedangkan resolusi interpolasi menyatakan resolusi yang dihasilkan dengan bantuan perangkat lunak komputer untuk menyisipkan satu sampai tiga bit informasi di antara dua bit yang ada untuk meningkatkan resolusi menjadi dua atau empat kali.

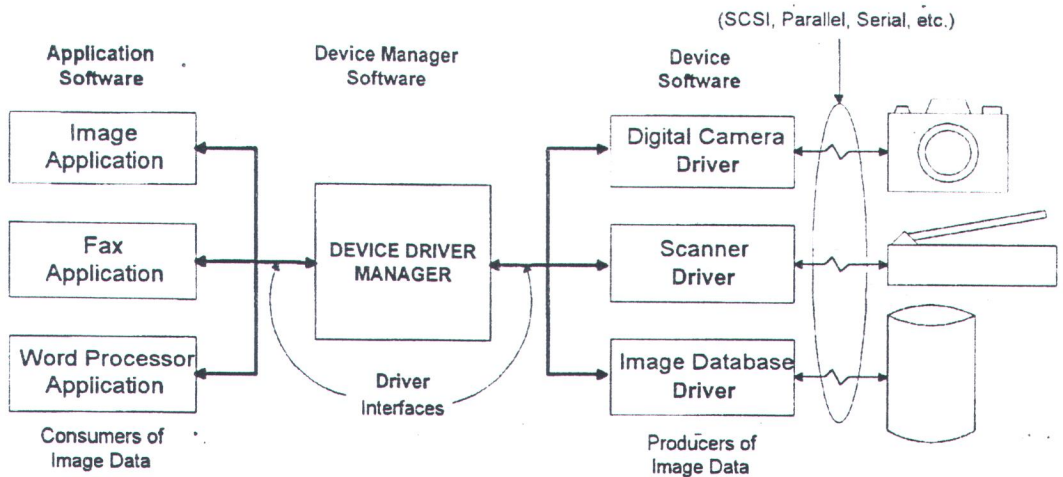
Bila sebuah scanner misalnya mempunyai resolusi optikal 300 dpi (dot per

Sedangkan scanner berwarna dilengkapi tiga macam sumber cahaya merah, hijau dan biru. Ada scanner yang berwarna yang menggunakan head yang sekali jalan untuk ketiga macam warna itu. Sedangkan scanner yang lain ada yang menggerakkan head tiga kali untuk masing-masing warna. Dimana perbedaan antara keduanya tidak begitu mempengaruhi hasil scanner, tetapi untuk head yang mempunyai tiga gerakan waktu yang lebih lama.

### **3.6.2 Operasi Alat Penginput Gambar(Image Input Device)**

Terdapat tiga elemen kunci pada pengoperasian peralatan input gambar seperti yang tampak pada gambar 3.4, yaitu:

1. Aplikasi: suatu aplikasi harus memiliki akses pada scanner melalui driver software.
2. device manager: berfungsi untuk mengelola interaksi antara aplikasi dengan device software. Biasanya perusahaan pembuat scanner menyediakan fasilitas software ini secara bebas.
3. Device driver: software ini mengontrol pengakuisisian gambar dari peralatan-peralatan seperti scanner, kamera digital dan lain sebagainya. Software ini juga disediakan oleh pembuat peralatan.



Gambar 3.4 Diagram operasi pada media input penghasil gambar

Transfer data gambar dimungkinkan terlaksana berkat kerja sama ketiga software diatas. Pelaksanaan transfer data dilakukan dengan menggunakan empat macam tingkatan seperti dibawah ini:

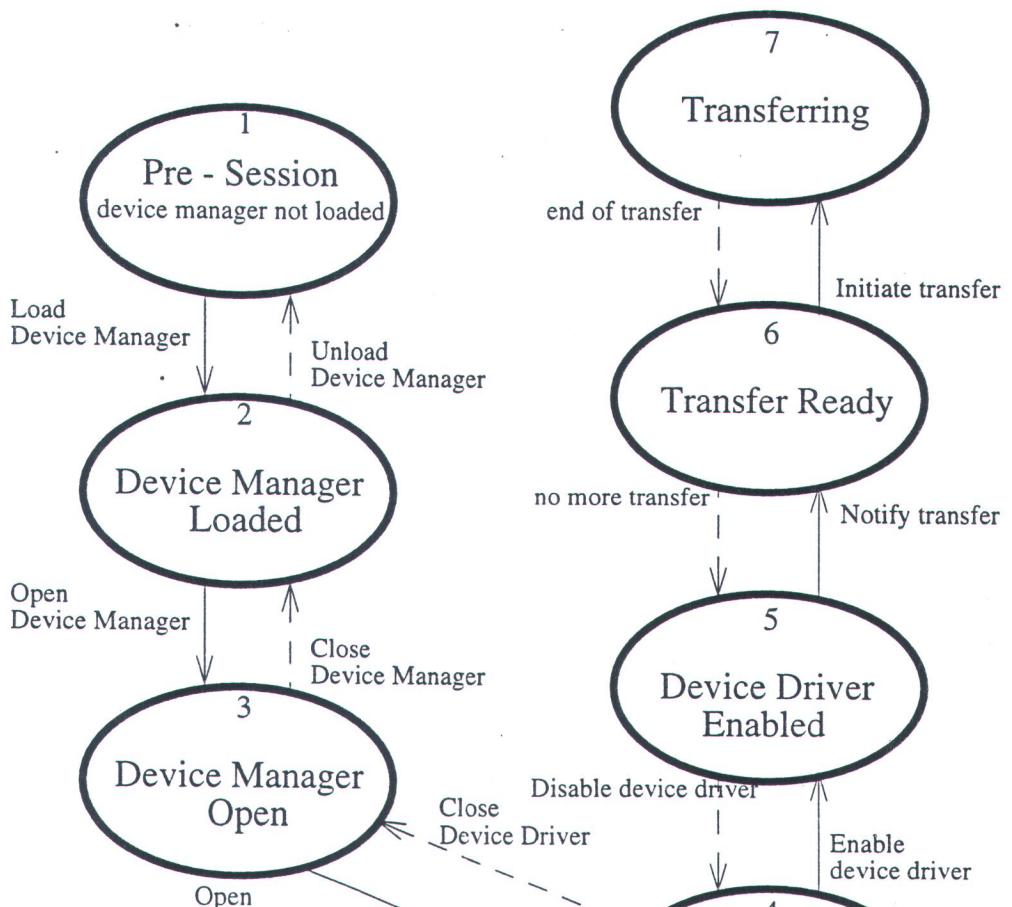
1. Aplikasi
2. Protokol
3. Akuisisi
4. Device

Aplikasi berfungsi untuk memperoleh data melalui input device, akan tetapi aplikasi tidak dapat mengakses input device secara langsung. Semua permintaan



disetujui sebelumnya oleh aplikasi dan peralatan input gambar.

Device merupakan lokasi device driver dengan bahasa tingkat rendah berada. Bahasa ini mengkonversikan perintah-perintah device-specific kedalam bahasa hardware dan melakukan aksi-aksi tertentu pada suatu input device, dimana device driver tersebut ditulis khusus oleh pembuat input device untuk mengakses alat tersebut.



untuk dapat mengakuisisi data. Proses ini dilakukan dengan mengikuti alur yang telah ditentukan. Sebagai contoh, aplikasi tidak dapat secara sukses meminta operasi transfer data pada device driver sebelum device manager diinisialisasi dan disiapkan untuk memproses permintaan tersebut.

Ada 7 langkah dasar seperti yang tampak pada Gambar 3.5. Proses ini dikendalikan oleh aplikasi yang telah diprogram untuk mengakses sisi device manager.



**BAB I**



# **BAB IV**

## **PERENCANAAN DAN PEMBUATAN**

### **SISTEM PERANGKAT LUNAK**

#### **4.1 Kriteria Umum**

Pada perancangan sistem ada beberapa kriteria perangkat keras maupun perangkat lunak yang dibutuhkan guna menunjang tugas akhir ini. Kriteria untuk perangkat keras adalah:

- Pada Scanner, kriteria yang dibutuhkan adalah memiliki resolusi tinggi minimal 500 dpi, resolusi tinggi dibutuhkan untuk mempertahankan pola sidik jari yang kompleks.
- Interface yang digunakan untuk mengakses scanner adalah SCSI mengingat tingkat transfer yang tinggi sebesar 10 MBps .
- Komputer yang dibutuhkan adalah memiliki perhitungan floating point yang tinggi dengan minimal empat poin presisi dibelakang koma karena perhitungan matrik dari jaringan syaraf tiruan dapat mencapai 100x150 node. Macintosh PC yang digunakan memiliki spesifikasi prosesor RISC PowerPC 604 180 MHz, dan memori 32 MByte.

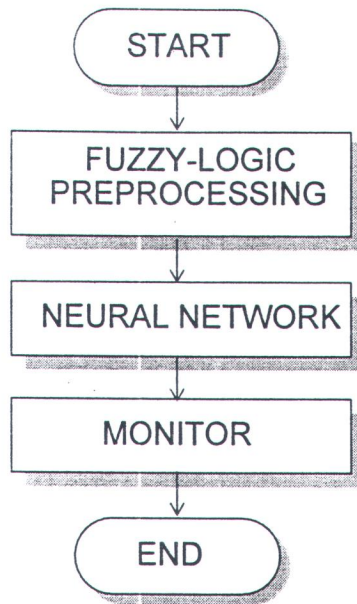
sedangkan kriteria perangkat lunak adalah:



memudahkan pengaksesan data.

Pada tugas akhir ini sistem perangkat lunak memegang peranan yang terpenting, karena perangkat lunak bukan hanya sekedar pembantu dari perangkat keras melainkan sebagai inti utamanya. Dalam sistem perangkat lunak hal-hal penting yang perlu mendapat perhatian selain algoritma jaringan saraf tiruan adalah pemodelan sistem agar data-data yang akan diproses oleh jaringan saraf tiruan sebagai penentu keputusan memiliki kemampuan yang handal dan waktu pemrosesan data yang cepat dan diperbantuannya teknik Fuzzy logic untuk mempercepat proses tersebut dengan menggolongkan sidik jari kedalam beberapa tipe. Dalam tugas akhir ini sistem perangkat lunak mempunyai tugas sebagai pemroses algoritma jaringan saraf tiruan yang digunakan untuk pengenalan pola sidik jari manusia. Untuk lebih jelasnya mengenai peran sistem perangkat lunak yang dipakai maka akan dijelaskan perbagaian mengenai pengenalan sidik jari yang keduanya menggunakan algoritma jaringan saraf tiruan dengan metode Kohonen.

Untuk mengerjakan sistem perangkat lunak ini perlu memperhatikan manajemen memori dari sistem, karena dalam pengolahan data yang akan diproses dengan algoritma jaringan saraf tiruan memerlukan memori yang sangat besar. Dimana dalam tugas akhir ini masalah manajemen memori diatas dengan



Gambar 4.1 Sistem Software

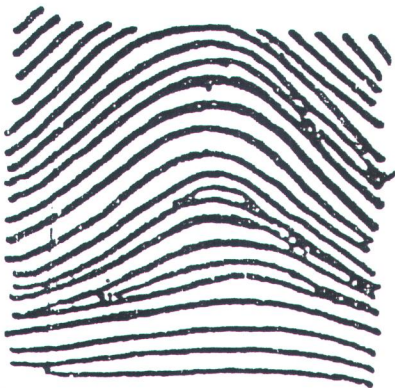
Secara umum seluruh sistem perangkat lunak dalam tugas akhir ini dapat digambarkan sebagai berikut :

Dalam tugas akhir ini perangkat lunak mempunyai tugas pengenalan pola sidik jari, maka akan dijelaskan perbagian mengenai sistem perangkat lunak yang dipakai.

## 4.2 Pengenalan Pola Sidik Jari

Pada pengenalan pola sidik jari ini terdapat dua langkah umum yang dijabar

standart dari sistem operasi Macintosh, resolusi yang digunakan pada penginputan data sebesar 500 dpi. hal ini diperlukan untuk mempertahankan pola sidik jari yang amat detail pada saat pembesaran gambar. Ukuran gambar pada saat penscaneran sebesar 400x700 pixel. Layar monitor memiliki resolusi sebesar 72 dpi, gambar hasil scanner apa bila ditampilkan pada layar hanya akan memiliki ukuran 62x109 pixel. Disini dilakukan pembesaran empat kali sebesar 250x436 pixel. Ukuran tersebut masih berada di dalam batasan 400x700 pixel sehingga pola akan dapat tetap terjaga. Dari sini file PICT dibuka kemudian diambil nilai hitam atau putihnya dari tiap pixel.



1. ARCH



2. LOOP



### 4.2.3 Tahap pengkategorian data Menggunakan Fuzzy Logic

Pada tahap ini data sidik jari yang diinputkan dikategorikan kedalam empat kategori sidikjari dasar seperti yang tampak pada Gambar 4.3 dengan menggunakan membership function Fuzzy Logic metode Jarak Diboboti. Disini keanggotaan dari suatu input data X dihitung sesuai dengan fungsi keanggotaan  $\mu_j(X)$  untuk tipe ke- $j$  sebagai

$$\mu_j(x) = \left[ 1 + \left\{ \frac{d(X, R_j)}{F_d} \right\}^{F_e} \right]^{-1}$$

dimana,

$d(X, R_j)$  adalah jarak antara input X dan tipe  $R_j$

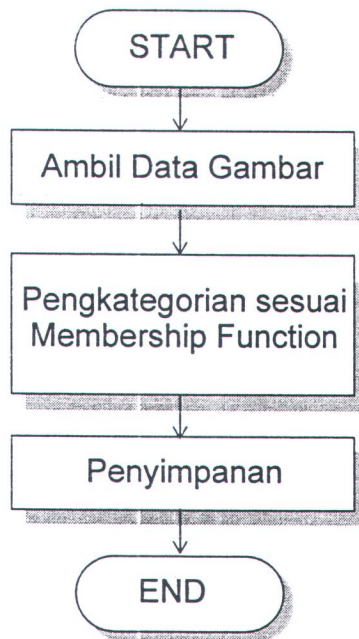
$F_e$  dan  $F_d$  adalah konstanta positif bebas dan diuntukkan buat perubahan ambiguitas dalam sebuah kumpulan

Nilai- $\mu$  yang mendefinisikan mutu keanggotaan X dalam  $R_j$ , didefinisikan demikian rupa hingga ia memetakan ruang ciri (feature-space) berdimensi-N ke dalam sebuah ruang keanggotaan berdimensi-m yang mempunyai satu-satuan hiperkubik dan akan memenuhi kondisi yang berikut:

1.  $\mu_j(X) \rightarrow 1$  ; jika  $d(X, R_j) \rightarrow 0$
2.  $\rightarrow 0$  ; jika  $d(X, R_j) \rightarrow \infty$



Fuzzy Logic diharapkan akan dapat meningkatkan keakuratan belajar dari jaringan syaraf tiruan karena secara teoritis proses yang dilewati oleh input data semakin kompleks. Secara Umum diagram alir tahap Fuzzy Logic terlihat pada Gambar 4.2.

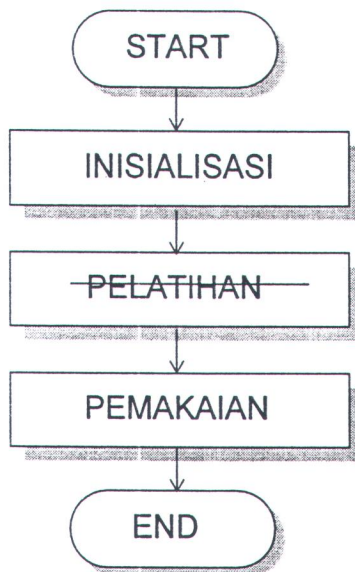


Gambar 4.2 Proses Membership Function Fuzzy Logic

### **4.3 Jaringan Syaraf Tiruan**

Metode jaringan syaraf tiruan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah metode Kohonen. Dimana secara garis besar metode ini mempunyai tiga tahap utama yaitu inisialisasi, tahap pelatihan (training) dan tahap pemakaian (running).

2. Memberikan nilai awal untuk matrik bobot, pada tahap ini ada dua proses yang dapat dilakukan yaitu membuat matrik bobot baru atau membuka file bobot matrik yang sudah ada



Gambar 4.3 Diagram alir tahap jaringan syaraf tiruan

3. Memberikan nilai awal pada parameter.

#### 4.3.2 Tahap Pelatihan (Training)

Pada tugas akhir ini teknik pelatihan jaringan dengan menggunakan pengawasan (Supervised Learning Technique). Pemilihan dengan teknik ini karena

Penghitungan jarak antara pola input dengan bobot inisialisasi dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$d_j = \sqrt{\sum_{i=0}^{n-1} (X_i(t) - W_{ij}(t))^2}$$

dari persamaan diatas dapat diketahui jarak terdekat atau .....yang terkecil dengan node j pada jaringan yang menunjukkan node yang terpilih. Jika keputusan yang dihasilkan jaringan salah maka harus dibenarkan sehingga jaringan dapat belajar agar proses selanjutnya dapat memberikan keputusan yang benar. Secara matematis hal ini sama dengan menjauhkan nilai bobot matrik dari input yang salah atau mendekatkan nilai bobot matrik terhadap input jika keputusannya benar. Proses menjauhkan atau mendekatkan nilai bobot matrik dengan menggunakan persamaan:

- untuk keputusan yang benar

$$n_w(t+1) = n_w(t) + \eta(t) \cdot (x(t) - n_w(t))$$

- untuk keputusan yang salah

$$n_w(t+1) = n_w(t) - (\eta(t) \cdot (x(t) - n_w(t)))$$

dimana

$n_w$  adalah bobot pada node yang dipilih oleh jaringan.

menghasilkan suatu keputusan.

Selama tahap ini jaringan melakukan proses perhitungan seperti halnya pada saat tahap pelatihan, tetapi tidak melakukan proses membenarkan jaringan bila jaringan memberikan keputusan yang salah, atau secara matematis tidak lagi melakukan penjarahan bobot terhadap input bila jaringan memberikan keputusan yang salah dan mendekatkan bobot jika jaringan memberikan keputusan yang benar. Node  $j$  pada jaringan ini merupakan keputusan dari jaringan.



**BAB V**

**PENGUJIAN**

## BAB V

### PENGUJIAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengujian sistem pengenalan pola sidik jari yang ada terhadap unjuk kerja dari jaringan syaraf tiruan yang merupakan otak dari semua sistem. Pada pengujian ini akan dilakukan pengujian dari masing-masing pengenalan pola dan kemudian dilakukan pengujian dari kombinasi kedua sistem pengenalan untuk mendapatkan hasil yang diharapkan.

Sedangkan dalam pengujian untuk pengenalan pola sidik jari ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Pada pengenalan pola sidik jari dilakukan pengujian untuk bobot yang dilatih untuk satu pola sidik jari, dengan maksud bobot tersebut dilatih untuk seseorang sampai jaringan mengenalinya.
2. Bobot yang dilatih oleh satu orang sampai jaringan mengenali, kemudian dilakukan pengujian dengan merubah gambar dari sidik jari yang dari kategori dan orang yang sama, tetapi berbeda kadar kejelasannya.
3. Bobot yang dilatih oleh seseorang secara terus menerus sampai jaringan mengenali, kemudian dilakukan pengujian dengan menggunakan suatu pola sidik jari tertentu. Dengan jumlah pengujian untuk masing-masing pola

### **5.1 Bobot yang dilatih untuk mengenali satu pola**

Pada pengujian ini dilakukan pada tanggal 11 Februari 1998, dimana digunakan untuk mencari prosentase kesalahan dari jaringan dalam mengenali suatu pola sidik jari berdasarkan data yang ada, disini digunakan satu kategori dari pola sidik jari, yang dapat dilihat pada tabel 5.1. Pola yang diujikan merupakan pola sidik jari yang ada dalam tes sidik jari yang dilakukan secara random.

Tabel 5.1 Unjuk kerja pengenalan Sidik jari

Jumlah Pengujian	Keputusan Benar	Keputusan Salah	Error
25	20	5	20
50	45	5	10
75	70	5	6.67
90	80	10	11

### **5.2 Bobot yang dilatih untuk lebih dari satu pola**

Pada pengujian ini digunakan untuk mengetahui unjuk kerja jaringan dalam mengenali sidik jari untuk macam-macam kategori sidik jari. Pada tabel 5.2 dapat dilihat prosentase dari jaringan dalam mengenali sidik jari dimana pada pengujian ini dilakukan dengan beberapa kategori. Pada pengujian ini masing-masing kategori



Tabel 5.2 Unjuk kerja Jaringan dalam pengenalan Sidik jari lebih dari 1 pola

Banyak pola	Keputusan Benar	Keputusan Salah	Error
9	18	2	10
11	16	4	20
13	17	3	15
15	17	3	15

### 5.3 Pengujian Kombinasi Sistem

Pada pengujian ini digunakan untuk memperoleh unjuk kerja dari sistem secara keseluruhan baik dari pengenalan pola sidik jari dimana pada pengujian ini input dari pola sidik diinputkan secara langsung dengan jumlah yang random. Pengujian masing-masing dilakukan sebanyak 20 kali untuk tiap pola pola sidik jari. Tabel 5.3 memperlihatkan prosentase dari jaringan pada pengujian diatas.

Tabel 5.3 Unjuk kerja Jaringan dan Membership function dalam pengenalan Sidik jari lebih dari 1 kategori

Banyak pola	Kategori Benar	Keputusan Benar	Keputusan Salah	Error Jaringan	Error Membership
1	20	20	0	0	0
3	16	18	2	10	20
7	18	16	4	20	10
9	18	19	1	5	10



masing-masing sistem terhadap input pola tertentu dibandingkan dengan empat kategori dasar sidik jari.

Tabel 5.4 Perbandingan jumlah iterasi antara NeuroFuzzy dan Neural Network

Pola	Iterasi pada Neural Network	Hasil NN	Iterasi pada Neuro Fuzzy	Hasil NF
A	13	Salah	15	Benar
B	15	Benar	14	Benar
C	16	Benar	17	Benar
D	19	Salah	20	Salah
E	17	Benar	17	Benar
F	17	Benar	19	Benar



**BAB V**

## BAB VI

### PENUTUP

Setelah melaksanakan perencanaan, pembuatan dan pengujian sistem dalam tugas akhir ini, maka diperoleh hasil sebagai berikut:

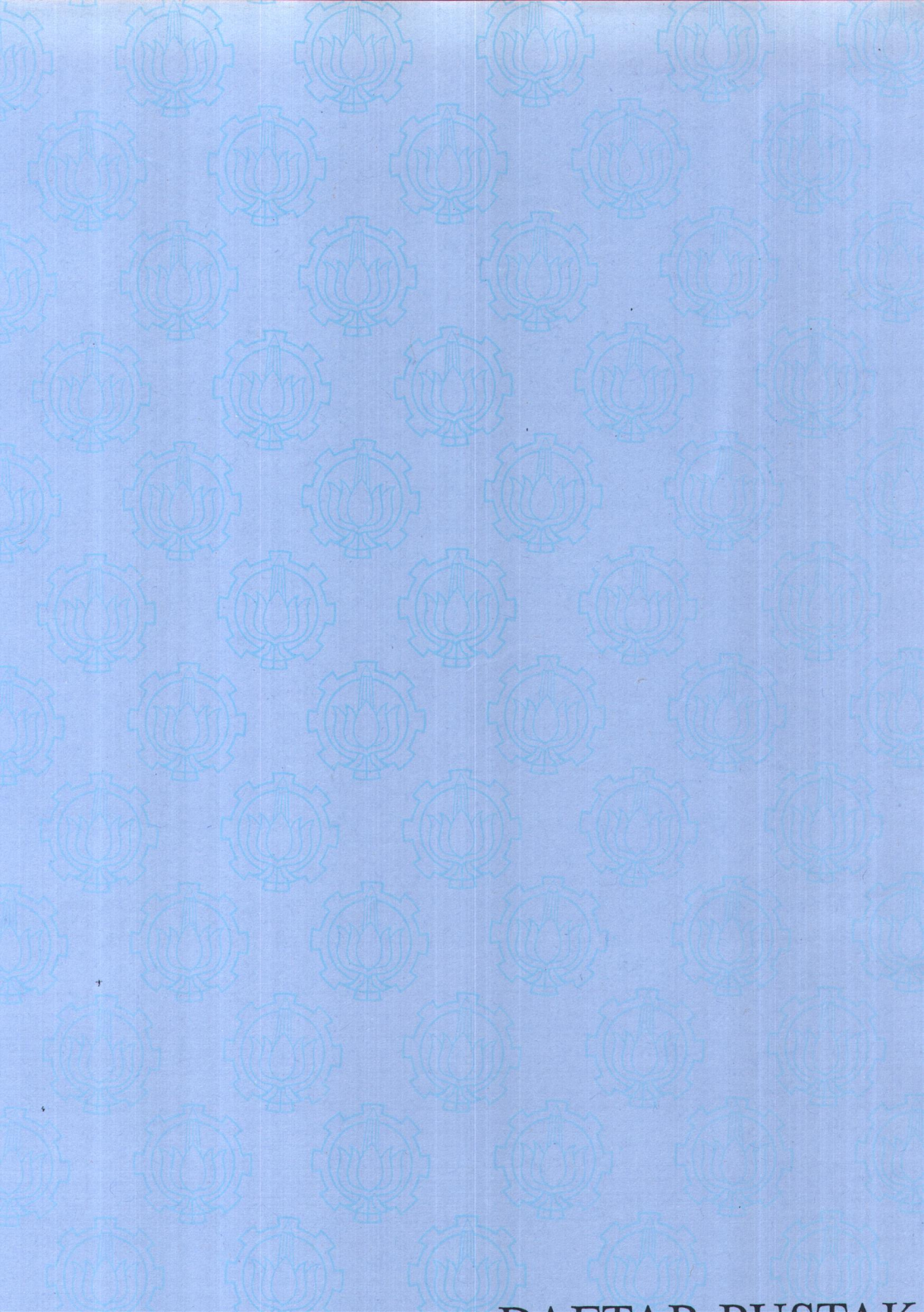
1. Sistem pengenalan sidik jari membutuhkan pengkonversian dari data gambar ke dalam data digital dengan keakurasian yang tinggi dalam arti pola dari sidik jari yang rumit tersebut sedapat mungkin tetap terjaga bentuknya pada saat disimpan kedalam file. Sehingga dalam proses pengenalan pola sidik jari akan didapat hasil yang memuaskan.
2. Sebelum merencanakan suatu sistem pengenalan pola, secara umum, diperlukan suatu studi tentang sistem yang akan dipakai, dilanjutkan dengan studi tentang teknik pengolahan data awal sebelum dimasukkan kedalam input jaringan. Karena performa jaringan juga dipengaruhi oleh kestabilan input yang menjadi masukan.
3. Penggunaan Fuzzy logic pada pengkategorian tipe sidik jari amat membantu mesin meningkatkan hasil ketepatan keputusan dalam melakukan pemilihan hasil data.
4. Dengan adanya pengkategorian input sidik jari sebelum pemilihan hasil



adanya penginputan yang melalui Fuzzy Logic amat membantu menstabilkan inputan bagi jaringan syaraf tiruan. Sedangkan untuk meningkatkan performa dari jaringan dapat dilakukan dengan memperbanyak proses pelatihan dan melakukan pengkategorian input sebelum dimasukkan kedalam jaringan.

Dalam tugas akhir ini salah satu kelemahan adalah masalah waktu proses yang lama, hal ini dapat disebabkan oleh perlu adanya menjaga keakurasian dari keputusan yang ada sehingga matrik data dari satu keputusan saja dapat mencapai 20.000 titik. Untuk pengembangan selanjutnya diharapkan akan didapat suatu sistem aplikasi Neuro Fuzzy Logic yang mempunyai banyak keputusan tetapi dengan waktu proses yang relatif lebih cepat.

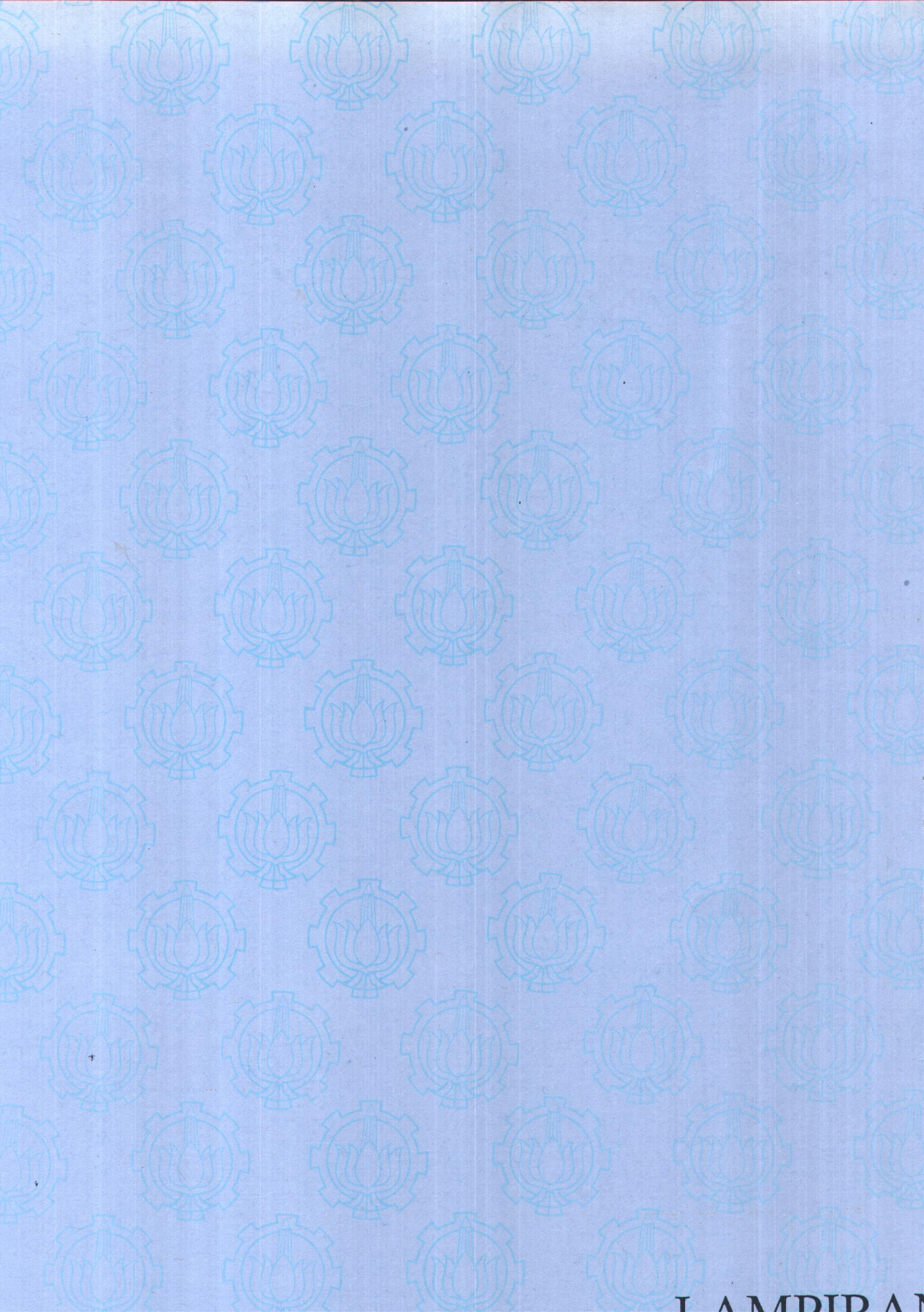




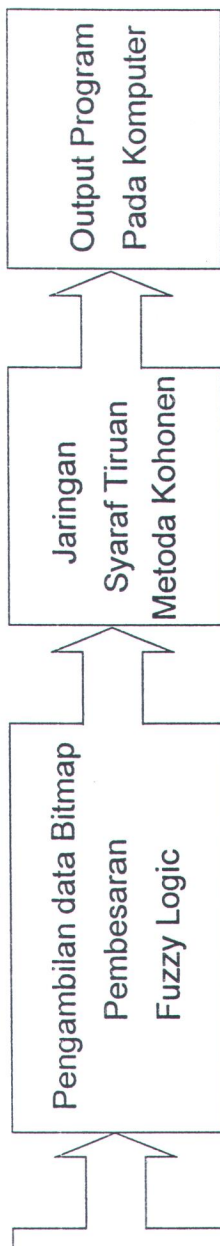
## DAFTAR PUSTAKA

1. E Lilik Indrayanto, **APLIKASI JARINGAN SYARAF TIRUAN UNTUK MENGENALI WARNA PADA STUDI KASUS PENGENALAN WARNA TERHADAP LEMBARAN TES BUTA WARNA**, Perpustakaan Tugas Akhir Lab. Medika Bidang Studi Elektronika Teknik Elektro ITS, Surabaya 1996
2. Chin-Teng Lin and C.S. George Lee, **NEURAL FUZZY SISTEM: A NEURO FUZZY SYNERGISM TO INTELLIGENT SYSTEMS**, Prentice Hall International, Inc, USA 1996
3. Michael Chester, **NEURAL NETWORKS: A TUTORIAL**, Prentice Hall International, Inc, USA 1993
4. James C. Bezdek and Sankar K.Pal, **FUZZY MODEL FOR PATTERN RECOGNITION: METHODS THAT SEARCH FOR STRUCTURE IN DATA**, IEEE Press, Inc., New York 1992
5. Margaret A. Ellis and Bjarne Stroustrup, **THE ANNOTATED C++ REFERENCE MANUAL**, Addison-Wesley Publishing Company, USA 1990
6. Jim Trudeau, **CODEWARRIOR POWERPLANT BOOK**, Metrowerk Corporation, USA 1996



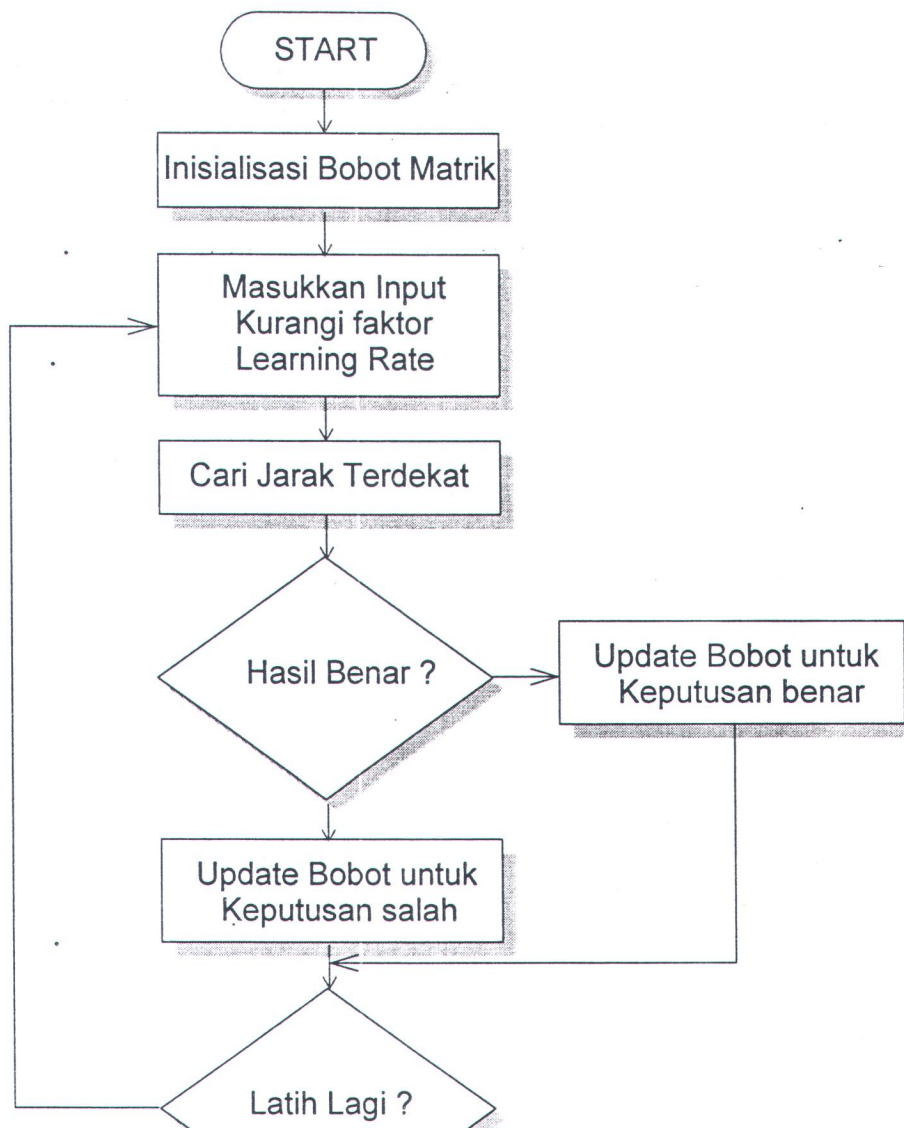


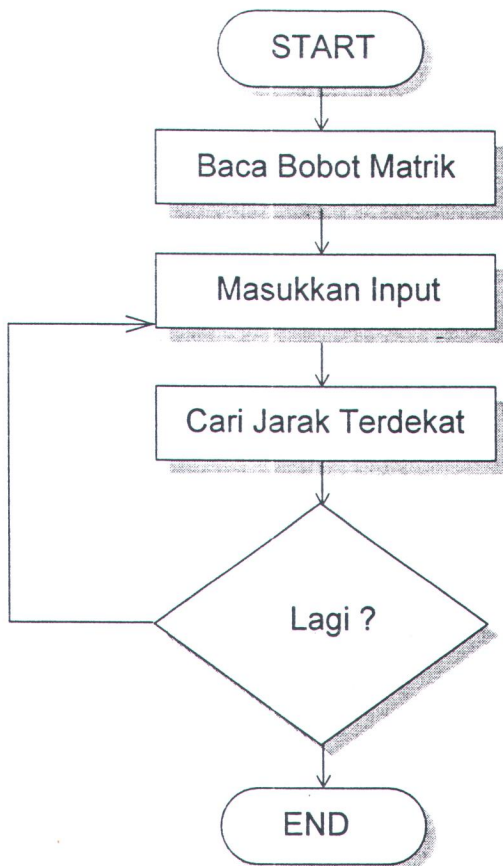
LAMPIRAN



Garis Besar Pengenalan Pola Sidik Jari







Flow Chart Proses Pemakaian Jaringan

## RIWAYAT HIDUP

**FIKRI PRIBADI**, dilahirkan di Jakarta pada tanggal 3 November 1972. Putra kedua dari Bapak Margono Samsidi dan Ibu Halida Ismail yang bertempat tinggal di Jalan Komerling I no. 6 Surabaya

Terdaftar sebagai mahasiswa Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Jurusan Teknik Elektro pada tahun 1990 dengan nomor registrasi pokok 2290100033.

Selama menjadi mahasiswa pernah aktif sebagai instruktur Himatektro Computer Course.

Pendidikan yang telah ditempuh:

- SD Putra Wijaya, Surabaya (1978 - 1984)
- SMPN I Situbondo (1984 - 1987)
- SMAN 2, Surabaya (1987 - 1990)
- Jurusan Teknik Elektro ITS pada tahun 1990.





